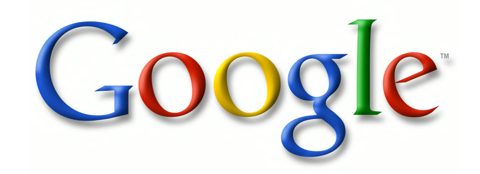


P. Petrography

T.D.

MFD



Die wichtigsten Gesteinsarten der Erde

nebst vorausgeschickter

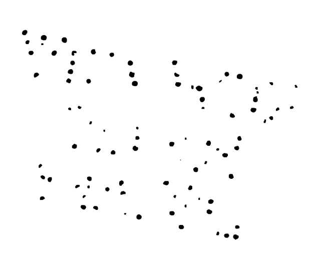
Einführung in die Geologie.

Für Freunde der Natur
leichtfaßlich zusammengestellt

von

Dr. Theodor Engel,
Pfarrer in Eislingen.

Ravensburg.
Verlag von Otto Maier.
1897.



Hofbuchdruckerei von Carl Liebich, Stuttgart.

Vorwort.

Eine populäre Petrographie zu schreiben ist schwerer, als sich wohl mancher vorstellt. Ich bin deshalb auch weniger aus eigenem Trieb als vielmehr auf den dringenden Wunsch des Herrn Verlegers hin und, ehrlich gestanden, mit einigem Zagen an die Ausarbeitung dieses Büchleins gegangen, das in leicht-verständlicher Sprache einen Überblick geben soll über das Wichtigste aus dem Gebiet der Gesteinskunde. Dennoch habe ich mich zu der Arbeit hergegeben mit Rücksicht auf und im Gedanken an die Tausende, die sich gern einige Kenntnis verschaffen möchten über den Boden, auf welchem sie wandeln, die aber weder die Zeit noch das Zeug haben, sich in tiefere petrographische Studien einzulassen. Die eigentlich wissenschaftlichen Fachwerke, welche die Gesteinskunde behandeln, sind in der That auch meist in einer Form und Sprache abgefaßt, daß man es den „Laien" kaum verdenken kann, wenn sie vor solcher Gelehrsamkeit das Kreuz machen; ist ja doch heutzutag z. B. die Untersuchung eines Gesteins ohne Mikroskop und Dünnschliff für den Mann der Wissenschaft gar nicht mehr möglich. Wer wollte es aber etwa einem Touristen zumuten, mit solchem Apparat sich bei seinen jährlichen Reisen in die

Sommerfrische des Hochgebirgs zu beschweren? Und doch möchte ohne Zweifel derselbe, wenn er anders unter die Gebildeten zählt, einigermaßen bei dieser Gelegenheit sich vertraut machen mit den Gesteinsarten, aus denen die betreffenden Berge zusammengesetzt, möchte wissen, wie und in welcher Zeit sie entstanden und warum sie gerade in der Weise und Reihenfolge gebildet sind, in welcher wir sie jetzt vor uns sehen.

Auf solche und ähnliche Fragen Auskunft zu geben, das ist der Zweck des gegenwärtigen Werkchens; zugleich aber möchte es den betreffenden Fragern zum Sporn dienen, sich künftig noch eingehender mit Geologie und Geognosie zu beschäftigen und sich in anderen und besseren Werken Rats zu erholen, wenn sie einmal gelernt haben, starke Speise zu vertragen. Mein Büchlein sieht von letzterer ab; geflissentlich und fast ängstlich habe ich mich bemüht, allen gelehrten Ballast wegzulassen, Fremdwörter möglichst zu vermeiden, und wo dieselben, weil in die wissenschaftliche Sprache völlig eingebürgert, nicht zu umgehen waren, wenigstens jeweils die Erklärung beizufügen (z. B. bei „Neptunismus" und „Vulkanismus", bei den Namen der Versteinerungen ꝛc.).

Daneben sollte aber doch eine gewisse Vollständigkeit erreicht und die Sache so behandelt werden, daß der Einsichtige beim Lesen dieses Buchs ein gewisses Gefühl der Sicherheit bekommt, sofern er merkt, daß er sich auf die Angaben desselben verlassen kann, und daß sie dem Stand unseres gegenwärtigen Wissens über diese Dinge entsprechen. Daß nur die wichtigsten unter unsern Gesteinsarten herausgehoben und alle zu den „diis minorum gentium" gehörige weggelassen wurden, wird mir kein Sachverständiger verübeln. Wenn ich

aber dabei die praktische Verwendung mancher Gesteinsarten (z. B. Eisen und Kohle) etwas ausführlicher behandelt habe, so ist dies gleichfalls geschehen mit Rücksicht auf diejenigen, die ich mir in erster Linie als Leser meines Werkchens denke.

Eine besonders schwierige Sache war die Auswahl derjenigen Stücke, die zur Abbildung kommen sollten. Ich hoffe, nach dem Grundsatz „non multa, sed multum“ auch hier das Richtige getroffen zu haben, und kann nur beifügen, daß Zeichner und Verleger das Möglichste thaten, um naturgetreue Bilder zu geben, was, wie der Fachmann am besten weiß, gerade bei der Darstellung von Mineralien und Gesteinsstücken außerordentlich schwer ist. An der Hand der gegebenen Abbildungen sollte übrigens, meines Erachtens, doch auch der Nichtfachmann über die wichtigsten, häufigsten und bekanntesten Gesteinsarten ins reine kommen und einen Granit z. B. von einem Gneis, Porphyr oder Glimmerschiefer sofort zu unterscheiden vermögen. Was die in den Text gedruckten Holzschnitte betrifft, so dürften auch sie ihren Zweck erfüllen und immerhin ausreichen, um dem Leser den Inhalt des Gelesenen rascher zum Verständnis zu bringen.

So gebe ich denn meinem Büchlein den alten deutschen Bergmannsgruß mit auf den Weg, ein frisches, fröhliches

„Glückauf!“

Eislingen, Sommer 1896.

Der Verfasser.



Inhaltsübersicht.

Erste Hälfte:

Zweite Hälfte:



Fig. 1.
Gneis



Fig. 2.
Strahlstein (im Glimmerschiefer).

Erste Hälfte.

Grundlegender Teil,

d. h. übersichtliche Darstellung der für das Verständnis der Gesteinskunde überhaupt notwendigen Voraussetzungen.



Kapitel I.

Grundgedanken über Bildung und Zusammensetzung der Erdoberfläche und ihrer Gesteine.

Wer „die wichtigsten Gesteinsarten der Erde" kennen lernen will, ohne dabei zu tief in wissenschaftliche Detailstudien sich einzulassen, so jedoch, daß er nicht bloß imstande ist, über die Entstehung und Zusammensetzung des Bodens, den er bewandelt, Auskunft zu geben, sondern auch einen allgemeinen Ein- und Überblick hat bezüglich der verschiedenen Arten von Gesteinen, die jenen zusammensetzen, so daß er also z. B. sofort ein Stück Quarz von einem Stück Kalkspat, daß er Granit von Buntsandstein, oder ein eruptives von einem sedimentären Gestein zu unterscheiden weiß: der muß vor allem zu vollständiger Klarheit gelangen über gewisse Grundthatsachen, ohne deren Kenntnis und Verständnis es schlechterdings nicht möglich ist, die Belehrungen sich anzueignen, die im folgenden aus dem weiten Gebiet der Gesteinskunde gegeben werden sollen.

Es ist hier in erster Linie nötig und zwar unumgänglich nötig, daß man sich wenigstens die Elemente derjenigen Fachwissenschaften zu eigen macht, die jenem Zweig der Naturkunde zu Grund liegen oder mit ihm in Beziehung treten, also die Elemente z. B. der Geologie und Paläontologie, der Mineralogie und Krystallographie, der Chemie und Physik. Wer keinen Begriff hat von dem, was ein Krystall ist und wie er

entsteht, keine Vorstellung von dem, was man ein (chemisches) Element, ein Metall oder Metalloid heißt, wem jegliche Kenntnis abgeht über die Gesetze, unter denen sich organische und anorganische Körper bilden, über die Entwicklungsstufen, die unsere Erde im Wechsel der Zeiten durchlaufen hat u. dgl.: der wird auch niemals ein Verständnis bekommen für das Dasein und Sosein der Erdgebilde, wie sie ihm jetzt vor Augen treten. Denn sie alle stellen ja nur etwas Gewordenes dar, das Resultat unendlich langer und unendlich mannigfaltiger Umwandlungsprozesse, bei denen alle möglichen Faktoren, chemische und physikalische Kräfte, lösend und bindend, zerstörend und wiederaufbauend, mitgewirkt haben.

Um nun sofort die Grenzen unseres Erkenntnisgebiets abzustecken, müssen wir zuerst daran erinnern, daß es sich bei der Frage nach den Gesteinen, aus denen unsere Erde besteht, nur handeln kann um diejenigen Gesteinsarten, die ihre Oberfläche, richtiger vielleicht ausgedrückt, ihre Kruste zusammensetzen, und zwar eine verhältnismäßig recht dünne Kruste. Tiefer hinein in den Weltkörper, den wir bewohnen, ist ja noch kein Mensch gedrungen, hat auch noch keiner geschaut. Der tiefste bekannte Schacht, den Bergleute befahren (Przibram in Böhmen, Adalbert-Hauptschacht) ging im Mai 1875 auf 1000 m hinab. Die tiefste gemessene Meerestiefe beträgt etwas über 9,5 km (genau 9427 m, im Süden des stillen Ozeans 1895 vom englischen Schiff Pinquine gelotet), also etwa 600 m mehr als die höchsten Höhen unserer Gebirge aufweisen (Mount Everest und Gaurisankar im Himalajagebiet 8839 und 8820 m). Das tiefste Bohrloch, das bis jetzt hinabgetrieben ward (Schladebach bei Merseburg) erreichte nur 1748,4 m. Hält man diese Zahlen zusammen mit den Zahlen über Umfang, Inhalt und Größe des Erdballs selbst, so bekommt man erst einen Begriff davon, wie wenig uns eigentlich von un-

serem Wohnplatz bekannt ist. Die Erde hat am Äquator (wo sie am dicksten ist wegen der Rotation und Abplattung der Pole) einen Durchmesser von 1719, also einen Halbmesser von 859,5 Meilen; das sind genau 6,378,191 km; somit beträgt die tiefste Tiefe unserer Bohrlöcher erst den 4546sten Teil des Erdhalbmessers, oder kommt etwa einem Nadelstich gleich, mit dem wir den Papierüberzug eines Globus von 1,1 m Durchmesser anbohren. Um auf derselben Kugel die Höhe unserer höchsten Gebirge reliefartig anzudeuten, dürfte der Himalaja mit ca. 8000 m nicht einmal 1 mm groß dargestellt werden. Oder, um ein anderes Beispiel zu gebrauchen: die Unebenheiten unserer heutigen Erdoberfläche sind kleiner als die Unebenheiten auf der Oberfläche eines Eies, die ich bekanntlich erst fühle, wenn ich mit dem Finger über seine Schale streiche. Solche Thatsachen zeigen uns, wie verschwindend klein in Wirklichkeit die Höhen unserer Alpen und die Tiefen unserer Ozeane sind und wie also gar nichts im Wege steht, diese Unebenheiten, die uns Liliputen so riesig erscheinen, als Runzeln oder Falten der sich zusammenziehenden Erdkruste zu betrachten; man darf sie kecklich sogar als sehr unbedeutende Falten, als „Rünzelchen" bezeichnen. Aber auch das Weitere wird uns bei solcher Betrachtung klar, daß wir nämlich, wie schon angedeutet, nur über die Oberfläche unserer Erde, nur über die Gesteinszusammensetzung ihrer Rinde und zwar erst noch einer verhältnismäßig sehr dünnen Rinde etwas wissen. Das Erdinnere ist uns vollständig verborgen und wird's wohl auch bleiben. Wie es dort drinnen aussieht und aus was für Gesteinen oder Massen der Kern unseres Planeten gebildet ist, darüber läßt sich auf dem heutigen Standpunkt unserer Erkenntnis gar nichts Bestimmtes sagen. Begreiflicherweise haben sich die Gelehrten auch mit derartigen Fragen schon viel beschäftigt, und es wird noch heute groß darüber gestritten, ob das Erdinnere feurig-flüssig, wenigstens

latent flüssig, oder unser Planet schon bis zum Zentrum erstarrt, ob diese Erstarrung von innen nach außen oder von außen nach innen vor sich gegangen sei, ob der Erdkern, wie das spezifische Gewicht der Erde zu erfordern scheint, aus schwereren Stoffen bestehe als ihre Kruste, und aus welchen (etwa Eisen oder sonst einem Metall u. dgl.). Für uns und unsere vorliegende Arbeit sind alle derartigen „Probleme" völlig gegenstandslos, eben weil es „Probleme", d. h. ungelöste und vorderhand auch unlösbare Fragen sind, mit denen wir hier nichts zu thun haben. So werden wir auch künftig, wo immer ähnliche Streitfragen an uns herankommen — und das wird dutzendmal der Fall sein —, dieselben zwar andeuten, aber in keiner Weise uns auf nähere Erörterungen derselben einlassen. Haben wir ja doch nur den rein praktischen Zweck im Auge, den Leser mit den Gesteinsarten bekannt zu machen, die jetzt unsere Erdoberfläche zusammensetzen.

Und zwar nur mit „den wichtigsten" derselben. Damit haben wir uns wiederum eine Schranke, und zwar eine sehr nötige und berechtigte Schranke gesteckt. Denn was hätte es für den Laien für einen Wert, sich die hundert und aber hundert Namen von Mineralien einzuprägen, von denen er die meisten wahrscheinlich nie in seinem Leben zu sehen bekommt? Es ist nämlich eine wohl zu beachtende und in gewisser Hinsicht höchst angenehme Thatsache, daß die Hauptmasse unserer Gesteine aus verhältnismäßig wenigen Mineralien sich zusammensetzt. Wenn man heutzutag etwa 1000 Gesteinsarten zählt, die in unsern Sammlungen aufgestellt und beschrieben sind, so kommt der gewöhnliche Mann mit circa dem fünfzigsten Teil davon aus, d. h. wenn sich jemand ungefähr 20 der wichtigsten und und häufigsten Gesteinsarten merkt, allerdings nicht bloß deren Namen im Gedächtnis hat, sondern sich vollkommen klar geworden ist über Bildung, Zusammensetzung und Wesen

derselben, so daß er sofort weiß, was Granit, was Dolomit, was Glimmerschiefer u. dgl. ist: der wird sich bald nicht bloß in seiner Umgebung, sondern überall, in welche Länder ihn auch sein Weg führen mag, im allgemeinen auskennen über den Boden, auf dem er wandelt. Sind doch die meisten der in unsern Sammlungen aufbewahrten Mineralien solch seltene Vögel, daß man sie mit Blumen vergleichen könnte, die auf einer großen Grasfläche, oder mit Edelsteinen, die in einer mächtigen Gebirgsmasse, aber eben nur sehr vereinzelt, eingestreut sind.

Auch unter den Elementen, d. h. den letzten Grundstoffen, welche die Chemie kennt und nicht weiter mehr auflösen kann, sind weitaus die meisten gar seltene Dinger; die Hauptmasse aller auf Erden befindlichen Körper setzt sich nur aus etlichen wenigen zusammen, die man aber eben deshalb gründlich kennen und sich einprägen muß. Wer zu viel will, der bekommt in der Regel nichts; wer meint, das naturkundliche Wissen bestehe in einer Unmasse von Namen, die er sich eintrichtert, der ist auf falscher Fährte; er sieht, wie das Sprichwort sagt, meist „den Wald vor lauter Bäumen nicht.“

Endlich machen wir darauf aufmerksam, daß unsere Kenntnis über die Gesteinsarten, aus denen die Erde besteht, doch auch wieder nicht so gering ist, obwohl wir, wie gesagt, ja nur die äußerste Rinde untersuchen können. Ganz richtig, Gesteine aus einer Tiefe von mehr als ein paar tausend Meter bekommen wir durch eigene Arbeit nicht in die Hände; denn wir können dort unten nicht klopfen. Dagegen hat die gütige Natur selbst dafür gesorgt, daß wir sie wenigstens zu Gesicht bekommen. Denn durch die im Lauf der Erdgeschichte vor sich gegangenen Revolutionen, durch die verschiedenen Faltungen und Einbrüche, Senkungen und Hebungen, denen unsere Erdkruste von jeher unterworfen war und heute noch ist, wurde an tausend

Orten das unterste zu oberst gekehrt, so daß wir jetzt auf den höchsten Alpenspitzen Gesteine finden können, die einst in der tiefsten Meerestiefe sich abgelagert hatten, oder daß uns das allerälteste Gesteinsmaterial oft hart neben solchem begegnet, das sich noch fortwährend vor unsern Augen bildet.

Dazu erinnern wir an die Vulkane, deren Thätigkeit gleich mit der ersten Erstarrung der Erdrinde beginnt, während der ganzen langen Geschichte der Erde fortgeht und bekanntlich noch heute auf der gesamten Oberfläche unseres Planeten zu beobachten ist. Das Material, das diese Feuerberge aus ungemessenen, jedenfalls bis jetzt uns völlig verborgenen Tiefen des Erdinnern zu Tag fördern, macht uns wiederum mit einer Reihe von Gesteinen bekannt, die dem Menschen, der nur die Oberfläche kennt und bewohnt, anderweitig niemals wären zugänglich geworden. Somit werden wir thatsächlich so ziemlich auf das Laufende gebracht über die verschiedenen Gesteinsarten, aus denen unsere Erdkruste, ja wohl die Masse des ganzen Erdkörpers sich zusammensetzt. Es ist kaum anzunehmen, daß große Massen im Erdinnern aus anderen Stoffen bestehen, als solchen, die uns auf der Erdrinde begegnen, wie ja auch die Spektralanalyse gezeigt hat, daß die elementaren Stoffe, aus denen die Weltkörper, jedenfalls diejenigen unseres Sonnensystems bestehen, fast überall die gleichen sind.

Dies führt uns auf einen weiteren und ähnlichen Gedanken, den wir bitten müssen, als Grundgedanken gleich von Anfang an fest und stät im Auge zu halten, den Gedanken nämlich, daß, wie im ganzen Weltall mehr oder weniger dieselben Stoffe vorhanden sind, so auch dieselben Kräfte und Gesetze darin walten und zu allen Zeiten gewaltet haben. Es erscheint uns durchaus wide sinnig, zu denken, daß etwa zur Steinkohlenzeit ganz andere Faktoren auf Erden geherrscht haben sollen als heutigen Tags. Es mögen ja wohl damals andere

Verhältnisse und Gestaltungen auf unserem Planeten bestanden haben, als dies jetzt der Fall ist, z. B. hinsichtlich der Temperatur, der Feuchtigkeitsmenge, der Wasserbedeckung u. dgl.: die Gesetze selbst aber, nach denen die betreffenden Vorgänge sich vollziehen, waren damals sicher schon ganz dieselben wie heute; denn Naturgesetze sind keinem Wechsel unterworfen.

Mag man sich also die Veränderungen noch so gewaltig vorstellen, die im Lauf der Zeiten auf Erden vor sich gegangen, mag man sich diese Zeiträume selbst noch so lang denken — menschlich gesprochen dürfen wir hier sogar ohne Anstand ein „unendlich“ davorsetzen —: zu allen Zeiten ist doch das Wasser den Berg hinab geflossen oder hat sich dasselbe bei einem bestimmten Hitzgrad in Dampf verwandelt, kurz zu allen Zeiten haben die nämlichen Gesetze geherrscht, und dies wird auch in alle Zukunft so bleiben.

Mit Beziehung auf diese Thatsachen stellen wir dann einen weiteren und zwar sehr praktischen Grundsatz auf, wir erinnern daran, daß alle Naturforschung von der Beobachtung des gegenwärtig Gegebenen ausgehen, d. h. daß man, wenn irgend etwas erreicht und gefunden werden soll, die Dinge und Vorgänge genau so untersuchen muß, wie wir sie noch heute vor unsern Augen sich abspielen sehen.

Wenden wir das auf unsern Gegenstand, auf das Kennenlernen der wichtigsten Gesteinsarten auf der Erdoberfläche an, so heißt es nichts anderes als: thue deine Augen auf und beobachte genau, was du überall und tagtäglich in dieser Hinsicht siehst und sehen kannst in deiner nächsten Umgebung. Dann besinne und frage dich: warum ist das so? oder wie und wodurch ist es so geworden? u. dgl.

Da tritt nun zunächst ein Doppeltes vor dein Auge und deinen Geist. Zum ersten zeigt dir jeder Schritt, den du thust auf dem Boden, darauf dich Gott gesetzt hat,

daß das Gesteinsmaterial, aus dem die Erde, oder, richtiger ausgedrückt, die Erdkruste besteht, aus den allerverschiedenartigsten Stoffen zusammengesetzt ist. Du unterscheidest ohne weiteres harte und weiche, krystallinische und krystallisierte, glatte und rauhe, durchsichtige und undurchsichtige, leichte und schwere Körper, du unterscheidest mit einem Wort die tausendfältigen Gebilde im Steinreich nach Form und Farbe, nach Härte und Schwere, nach Aussehen und Zusammensetzung, und Dutzenden anderer Eigenschaften. Und daraus ziehst du den gewiß ganz richtigen Schluß, daß die Stoffe, aus welchen sich diese Körper gebildet haben, von Haus aus verschieden gewesen und noch sein müssen, d. h. du kommst auf das, was die Chemie unter ihren „Elementen" versteht. Das ist das eine.

Das andere aber, was dir die tagtägliche Beobachtung der Natur, was dir der nächste beste Gang in deine Umgebung vors Auge führt, dieses andere besteht darin, daß du bald inne wirst, wie auch das tote Gesteinsmaterial einer fortwährenden Veränderung unterworfen ist. Da sind es bald mechanische Kräfte, welche solch einen Stein umformen, entweder ihn zu Staub zermalmen, oder mittelst des Wassers fortführen, abrollen und glattschleifen, oder es sind chemische Vorgänge, die an ihm arbeiten, Säuren, die zersetzend und auflösend, Verbindungen, die bauend und schaffend auf ihn einwirken. Dann kommt die Welt des Lebendigen, es kommen Pflanzen und Tiere, es kommen sogar die Menschen, die seine Stoffe in ihrem Organismus verwerten u. dgl. Kurz, es ist auch im Reich der Gesteine eine ewige Bewegung, Veränderung, Umwandlung zu konstatieren, so daß man sagen muß, wie seltsam es klingen mag: Auch in dieser Welt des Starren und Toten ist Bewegung die Regel, ruhiges Verharren dagegen die Ausnahme. Ein paar Beispiele mögen dies darthun.

Der Ausbruch des Vesuv im Jahr 1872 förderte 20 Millionen Kubikmeter Material aus dem Erdinnern hervor, die Quellen von Karlsbad bringen jährlich 4000 kbm feste Bestandteile zu Tag, Elbe und Moldau führen alle Jahr 250000 kbm Boden und Gestein aus Böhmen hinweg, unsere Albflüßchen schaffen etwa 60000 kbm aus den Juragehängen zum Neckar, also überall Leben und Bewegung auch in der „toten" Natur. Wir erinnern bei dieser Gelegenheit an den Kreislauf des Wassers durch's Luftmeer zum Ozean zurück, an denjenigen des Salzes, das zweifellos von unsern Flüssen aus den Salzstöcken ausgelaugt und in gelöstem Zustand dem Meer zugeführt wird, dort aber wieder zu neuen Salzstöcken sich anhäuft, bis in späteren Erdperioden vielleicht auch diese wieder ausgelaugt werden. Wir erinnern an die Dünenbildung unserer Nordseeküsten, an die Lößanhäufung in China (durch den Wind), an den Kampf des Meeres mit dem Land an Flach- und Steilküsten (z. B. die Abbröckelung Helgolands), an die Abhoblung der Berge durch Denudation, an die Vertiefung und das stets nach rückwärts stattfindende Weiterfortschreiten der Thäler durch Erosion und hundert ähnliche Thatsachen, aus denen doch klar hervorgeht: alles ist in fortwährender Bewegung und Veränderung begriffen.

Und wie das von ganzen Massen, so gilts auch von einzelnen Stücken. Jeder abgerollte Kieselstein, den ich einem Bachbett entnehme, jede Muschel, die ich am Seestrand auflese, jedes Goldklümpchen, das ich aus dem Schwemmland auswasche, jedes Sandkorn, das ich in der Hand halte, ist ein thatsächlicher und augenfälliger Beweis hiefür; denn all diese Dinge sind nicht von Anfang an so gewesen, wie ich sie jetzt sehe, und sind nicht von Haus aus da gelegen, wo ich sie jetzt finde. Wie also die großen Weltkörper im Himmelsraum samt und sonders in ununterbrochenem Lauf ihre Bahnen durchwandeln, so ist auch auf Erden jedes

Stückchen Stoff in beständiger Bewegung und ebendamit Veränderung begriffen. Auch die Steine werden geboren und sterben, nehmen ab und nehmen zu, je nach den Umständen, haben also auch ihre Geschichte, haben ein Sichentwickeln und Wachsen, wenn gleich natürlich ganz anderer Art als die organischen Gebilde.

Und doch eine Analogie mit dem tierischen oder pflanzlichen Wachsen zeigt in gewissem Sinn auch das Mineralreich, wir meinen in der Bildung der Krystalle. Fragen wir uns: was ist im Krystall und wie entsteht ein solcher? so weiß zwar fast jedes Kind darauf Antwort zu geben; eine klare Vorstellung von der Sache aber haben nur Wenige. Wir können vielleicht am kürzesten uns so ausdrücken: Krystalle sind die Individuen (Einzelwesen) des Mineralreichs. Wie ich bei Betrachtung eines Fichtenwalds entweder den ganzen Wald oder aber jede einzelne Fichte ins Auge fassen kann, so erhalte ich ganz ähnliche Bilder, wenn ich irgend einem mineralischen Stoff, der gelöst oder geschmolzen in einem Gefäß sich vor mir befindet, aus diesem flüssigen in den festen Zustand übergehen lasse. Die Substanz, die sich aus der (gesättigten) Lösung, der sogen. Mutterlauge, bei deren Verdunstung abscheidet, oder die bei Temperaturerniedrigung aus der geschmolzenen in die feste Form übergeht, thut dies stets so, daß sie dabei eine regelmäßige, vieleckige Gestalt annimmt, deren Kanten, Winkel und Ecken nach ganz bestimmten Gesetzen geordnet sind. Ein einzelner derartiger Körper ist dann eben das, was wir einen Krystall heißen, dasselbe, was eine einzelne Fichte im Fichtenwald darstellt, um bei obigem Bild stehen zu bleiben. Bei jedem derartigen Vorgang scheiden sich nämlich stets aus einer gelösten oder geschmolzenen Masse eine ganze Menge von Krystallen ab, wenn immer Raum dafür da ist. Fehlt es dagegen an diesem, oder ist derselbe beschränkt, so daß die an-

schießenden Krystalle genötigt sind, durch einander und in einander hineinzuwachsen, so entsteht das, was man als „krystallinisches" Gefüge bezeichnet. Die einzelnen Krystalle haben nicht Gelegenheit gehabt, sich vollkommen auszubilden; daß sie aber doch die Tendenz dazu hatten, zeigen die glänzenden Spiegelflächen, die überall beim Anbruch zu Tag treten. Manchmal wachsen diese Einzelkryställchen allerdings auch so fest durcheinander, daß man, wenigstens mit bloßem Auge, auch nicht einmal etwas krystallinisches mehr an der Masse erkennen kann, z. B. bei geschmolzenem Blei, das man erkalten läßt.

Unter dem Mikroskop gesehen, zeigt übrigens auch eine solche Masse immer wieder das Wesen ihrer Entstehung. Mit einigen Kunstgriffen hat man es sogar stets in der Hand, wenigstens einen Teil derartiger Massen in gewissem Sinn zur Bildung von Krystallen zu zwingen. So z. B., wenn man eben von geschmolzenem Blei, nachdem ein Teil desselben erstarrt ist, die übrige, noch flüssige Masse wegschüttet, hat man das Vergnügen, die schönsten Bleikrystalle an ersterer Partie aufschießen zu sehen. Ebenso wird bekanntlich die Bildung von Krystallen wesentlich befördert, wenn man in die Lösung (oder den Schmelzfluß) feste Körper, z. B. Holzstäbchen, Fäden, u. dgl. eintaucht. Allgemein wird diese Manipulation in der Praxis bei Herstellung von Kandiszucker und Kupfervitriol angewandt. Auf diese Weise bekommt man auch häufig vollkommen, d. h. nach allen Seiten ausgebildete („um und um" krystallisierte) Krystallkörper, und da wir solche oft genug auch in der Natur selbst treffen, so wirft obiges Verfahren ein Licht auf manche uns sonst rätselhaften Vorgänge bezüglich deren Entstehung.

Wie kommt es nun und womit hängt es zusammen, daß überhaupt „Krystalle", d. h. derartig regelmäßige Körperformen im Mineralreich sich bilden? Antwort: es ist ein Gesetz, wonach die kleinsten Teilchen (Atome und

Moleküle) fast jedes irdischen Stoffs, wenn letzterer in gelöstem oder geschmolzenem Zustand sich befindet, bei ihrem Wiederzusammentritt (Trocknen oder Festwerden der Flüssigkeit), wenn anders Raum, Zeit und Gelegenheit hiezu vorhanden ist, sich so aneinander legen, daß ganz regelmäßige Gebilde dabei entstehen. Und zwar läßt jeder Stoff, sei's nun ein einfacher, ein Element (z. B. Gold, Blei, Schwefel 2c.), das aus „Atomen", sei's ein zusammengesetzter (wie Eisen-



Fig. 1. Gruppe von Bergkrystall (Quarz).

kies, Kochsalz 2c.), der aus „Molekülen" besteht, bei der Bildung von Krystallen seine kleinsten Teilchen stets in ganz bestimmter Weise nach einem ihm innewohnenden Gesetz sich zusammenfügen.

So bildet z. B. der kohlensaure Kalk, wenn man ihn krystallisieren läßt, immer Rhomboëder; Flußspat, Steinsalz, Bleiglanz schießt zu Würfeln, Schwefelkies zu Oktaëdern (und Würfeln), der Granat zu

Zwölfflächnern (Dodekaëder oder Granatoëder), die Kieselsäure (Quarz) zu sechsseitigen Säulen (vgl. die hier beigefügte Fig. 1.) an u. s. w., so daß man meist schon nach der Krystallform sofort das betreffende Mineral zu bestimmen vermag. Wir können hier natürlich nicht weiter auf diese Sache eingehen, die den Inhalt einer eigenen Fachwissenschaft, der Krystallographie, bildet, und fügen nur noch bei, daß viele Mineralien in allen drei Formen vorkommen, die man in dieser Hinsicht unterscheidet, nämlich als Krystalle, in krystallinischer Form und wieder völlig gestaltlos (amorph) oder „derb" d. h. als gleichartige Masse. Wir weisen nur etwa hin auf den Zucker, der im Kandis krystallisiert, als Hutzucker krystallinisch sich zeigt, aber auch als derbe Masse bereitet werden kann; desgleichen auf den (kohlensauren) Kalk, der bald als Kalkspat (Krystall), bald als „Zuckerkorn" (krystallinisch, z. B. karrarischer Marmor), in der Regel aber als gemeiner Kalkstein (amorph) in der Natur vorkommt; oder auch auf Quarz, den wir bald als Bergkrystall, bald als krystallinisches Gebilde (so bei Rosenquarz, gemeinem Quarz im Glimmerschiefer 2c.), ebenso oft aber auch amorph antreffen (z. B. Chalcedon, Achat, Feuerstein 2c.). Zur Bildung von Krystallen ist übrigens immer einerseits ein Gelöstsein der betreffenden Substanz und andererseits eine Gelegenheit erforderlich, wonach der betreffende Stoff seine Teilchen frei an einander fügen kann (ein Hohlraum, eine Spalte, „Druse" oder drgl. etwas.)

Meist schießen dann die einzelnen Krystalle, von der Unterlage aus frei in den Hohlraum hineinwachsend, in Menge neben einander an, sind also auf einer Seite (dem Ausgangspunkt oder der Unterlage) festgeheftet. Man kann danach die Krystallbildung zweifellos als ein „Wachsen" bezeichnen, das aber natürlich wohl zu unterscheiden ist von dem organischen Wachstum der Zellen, die von innen

heraus kraft ihres „Lebens“ sich verändern, teilen und an einander reihen, wogegen das tote Gestein nur durch fortwährenden Zuzug weiterer von außen sich anfügender Stoffteilchen sich vergrößert, aber allerdings bezüglich der Form der Aufeinanderlagerung derselben auch nach einem ihm innewohnenden bestimmten Gesetz.

Gehen wir nun nochmals auf unsere zwei oben angeführten und auf dem Weg der Beobachtung als Thatsachen erhärteten Grundsätze zurück, wonach einerseits von Haus aus gar verschiedene Stoffe die Erdkruste zusammensetzen und andererseits von Anfang an und noch heute fortgehend eine ununterbrochene Bewegung und Veränderung in diesen Stoffen sich zeigt, und sehen uns von diesem Gesichtspunkt aus wieder in der uns umgebenden Natur, das Auge auf die Gesteinswelt gerichtet, genauer um, so geben uns jene beiden Sätzen zugleich die beste und einfachste Antwort auf die weitere, sich immer neu uns aufdrängende Frage: wie ist denn das alles geworden und warum ist es gerade so geworden, wie wir es heute vor uns haben?

Wir sehen einmal die verschiedensten Gesteinsarten auf der Erdoberfläche verbreitet und zugleich in der verschiedensten Zusammensetzung. Natürlich, denn von Anfang an gab es ja verschiedene Stoffe, die das Bestreben in sich trugen und tragen, sich in der verschiedensten Weise mit einander zu mengen und zu verbinden. Daß nun während der — menschlich gesprochen — unendlich langen Zeit, in welcher sich die Geschichte der Erde bis heute abgespielt hat, die allermannigfaltigsten Mengungen und Umgestaltungen dieser Stoffe auch wirklich eingetreten sind, ist selbstverständlich. Wir sehen aber weiter vielfach Gesteine und Gesteinsarten, die einander gar nichts angehen, oft hart neben einander, wir sehen manches, das z. B. unserem System nach unten sein sollte, oben liegen und umgekehrt, sehen über-

haupt oft genug einen scheinbar greulichen Durcheinander und Wirrwarr in diesen Gesteinen und Gesteinsschichten. Daß es so ist und so sein muß, wird uns ebenfalls sofort einleuchten, wenn wir daran denken, wie eben seit unvordenklichen Zeiten die verschiedensten Bewegungen auf der Erde stattgefunden haben, Vorgänge, die auch heute noch ganz in derselben Weise wie von Anfang an sich vollziehen.

Unmittelbar daran schließt sich aber natürlich die weitere Frage nach den Kräften, welche diese Bewegungen erzeugt, diese Veränderungen hervorgerufen haben, beziehungsweise dies fortwährend thun. Und einige von diesen haben wir schon im bisherigen angedeutet. Wir haben hingewiesen auf die beständigen Hebungen und Senkungen (zum Teil ganzer Kontinente), die mit einander abwechseln, auf die Faltung und Runzelung der Erdkruste, welcher wir die Entstehung unserer Kettengebirge verdanken; das alles hängt mit der Schwerkraft zusammen, die dem Stoffe als solchem eigen ist, und infolge der alle Körper auf der Oberfläche unserer Erde deren Mittelpunkt zuzustreben scheinen. Wir haben weiter geredet von den Stoffmassen, die im Wasser gelöst von dem einen Ort weg und an einen andern hingeführt oder aber einfach durch äußeren Anstoß, sei's durch Vulkane, sei's durch Fluten, sei's endlich durch den Wind von ihrer ursprünglichen Stätte fortbewegt werden. Hier handelt sich's um allerlei chemische und mechanische Kräfte, die fortwährend ihr Wechselspiel auf dem Erdball treiben.

Wir haben auch angedeutet, daß selbst Pflanzen und Tiere gesteinsbildend oder gesteinsauflösend werden können. Da haben wir es dann mit einer ganz neuen und anders gearteten Kraft, mit derjenigen des organischen Lebens zu thun, das thatsächlich einen gewaltigen Einfluß ausübt und gewaltige Veränderuugen hervorruft in dem toten Stoff, der ihm zu Grund liegt.

Damit wären wir einerseits auf die verschiedenen Faktoren zu reden gekommen, die zur Bildung und Umgestaltung des Gesteinsmaterials auf der Erde Veranlassung geben, andererseits aber auch auf die Zeiträume, innerhalb deren jene Veränderungen in geschichtlicher Reihenfolge nach und aus einander vor sich gegangen sind.

Das führt von selbst auf zwei weitere Abschnitte, die wir der Darstellung unseres eigentlichen Themas nochmals einleitend vorausschicken müssen, es wäre ein Überblick über die Hauptfaktoren für die Bildung unserer Gesteine und sodann ein solcher über die Entstehung und geschichtliche Entwicklung der Erdoberfläche bis zu ihrem heutigen Stand.

Beginnen wir mit ersterem, nämlich mit einem Blick auf

Kapitel II.

Die wichtigsten Faktoren bei der Bildung der Gesteine,

so erinnern wir daran, daß zweifellos unter all den Kräften und Stoffen, die den gegenwärtigen Stand und Zustand des Gesteinsmaterials, aus dem die Erdrinde sich zusammensetzt, geschaffen haben, und die, wie von Anfang so noch heute, am meisten verändernd und umbildend darauf einwirkten und einwirken, als die beiden bedeutsamsten, diejenigen des Feuers und des Wassers hier in Betracht kommen. Diese zwei sind und bleiben in der That die beiden hauptsächlichsten Gesteinsbildner, in dem Sinn, daß wir sagen: das Sosein der Gesteine, wie sie jetzt unserem Auge begegnen, ist fast allein entweder der Wirkung des Feuers oder derjenigen des Wassers zuzuschreiben. Hat man ja doch darnach schon die Gesamtmasse unserer Gesteine kurzweg in die zwei großen Gruppen der Feuer-

und Wassergesteine eingeteilt und kann und darf dies auch mit Recht thun, wenn man dieselben nur vom Gesichtspunkt ihrer Entstehung aus betrachtet.

Treten wir zu diesem Ende einmal an die Feuergesteine heran und betrachten uns, um auch hier an alltägliche Vorgänge anzuknüpfen, die Thätigkeit eines Vulkans. Jedermann weiß, daß ein solcher fortwährend aus dem Erdinnern allerlei Gesteinsmaterial zu Tage fördert, das meist mit dem übrigen Gestein seiner Umgebung gar nichts zu schaffen hat. Da sind es entweder eigentliche Auswürflinge, je nach Größe und Form bald Bomben, bald Lapilli („Steinchen") oder auch Asche genannt, die er oft in ungeheurer Menge aus dem Krater „speit" und an den Rändern desselben aufschüttet, auch wohl über meilenweite Strecken hinschleudert; oder aber es ist ein zähflüssiger Brei von geschmolzenem Gestein, das sich irgendwo am Fuß des Kraters ein Loch durch diesen bricht und aus demselben in zuerst raschem, dann immer langsamerem Lauf abfließt, ebenfalls oft meilenweite Ströme bildend, die sogen. Lava. (Vergl. S. 20 und 21 uns. Fig. 2 u. 3, welche 2 verschiedene Arten von erstarrter Lava, die sogen. Block- [Fig. 2] und die sogen. Flocken- oder Gekröslava [Fig. 3] darstellen). An der Luft sich abkühlend erstarrt die anfänglich feuerflüssige Masse nach und nach, so zwar, daß zuerst die Oberfläche erkaltet und daher einen schützenden Mantel bildet, unter welchem die Hauptmasse noch jahrelang glühend bleiben kann, während der Mensch ruhig auf der erkalteten Kruste wie auf einer Eisdecke umhergeht. Schließlich erscheint das Ganze als ein meist dunkelgefärbtes, bald gleichförmiges, bald poröses Gestein und zwar als ein ächtes Massengestein, das nirgends Schichtung oder Schalung zeigt und auch der Natur seiner Entstehung nach gar nicht zeigen kann.

Ebenso verbietet diese Entstehung jeden Gedanken daran,

ob man vielleicht später einmal in diesem erkalteten Brei wie in so vielen andern Gesteinen Petrefakten eingeschlossen finden möchte. Daß dies ein Ding der Unmöglichkeit ist,

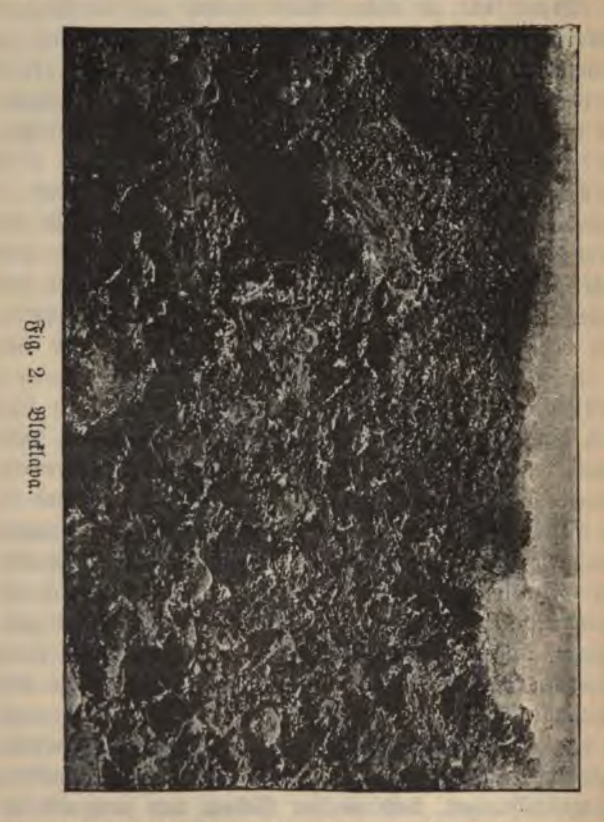


Fig. 2. Blocklava.

liegt auf der Hand. Denn Petrefakten (d. h. Versteinerungen) sind ja die Reste früherer Tiere und Pflanzen. Wie können aber solche jemals in einem glühenden Lavabrei gelebt haben? Und wenn etwa das eine und andere von außen hinein=

gefallen und von dem Brei umschlossen worden wäre, hätte es nicht sofort in der Glut seinen völligen Untergang „mit Haut und Haar“ finden müssen, ohne eine Spur seines Daseins zu hinterlassen?



Fig. 3. Gekröslava.

Nun finden wir aber, allerwärts auf der Erdoberfläche zerstreut, **eine Menge ähnlicher Gesteine**, deren ganze Form und Zusammensetzung uns an Laven erinnert, und

denen ebenfalls jede Spur von organischen Resten fehlt. Eine einfache Schlußfolgerung nötigt uns, ihnen einen ähnlichen Ursprung zuzuweisen, wie unserer heutigen Lava, auch da und dann, wo wir von vulkanischen Ausbrüchen in der weitesten Umgebung derselben jetzt nichts mehr wahrnehmen können. Es ist daher auch die allgemeine und sicher ganz richtige Überzeugung der Geologen, daß derartige Gesteine in früheren Erdperioden ähnlich, wie heute die Lava, aus der Tiefe glutflüssig hervorgebrochen seien, wenn auch vielleicht unter ganz andern Verhältnissen und Erscheinungen, als wir sie jetzt haben. Man nennt daher diese sämtlichen Gesteine auch Eruptiv- d. h. Ausbruchsgesteine, eben um damit die Art ihrer Entstehung zu bezeichnen. Sieht man sie sich dagegen nach ihrer Gestaltung und Zusammensetzung an, so heißen sie — ebenso richtig — Massengesteine, weil sie naturgemäß gleichförmige Massen darstellen, ohne jegliche Spur von Schichtung.

Und warum sollten solche Gesteine nicht auch aus früheren Erdperioden uns erhalten geblieben sein? Sollte die Erde das „Speien" erst in unsern Tagen angefangen haben? Nicht der mindeste Grund liegt vor, letzteres anzunehmen, dagegen Thatsachen genug, die bezeugen, daß wohl keine einzige der hinter uns liegenden Perioden vorübergegangen ist, in der nicht die unterirdischen Kräfte sich Luft gemacht und glühendes Material aus dem Erdinnern ans Tageslicht gebracht hätten. Einzelne Zeiträume scheinen allerdings sich ganz besonders durch solche Eruptionen ausgezeichnet zu haben, während es in anderen in dieser Hinsicht wieder ziemlich ruhig auf der Erde zugegangen sein mag.

Man unterscheidet in dieser Beziehung sogar zwei Reihen von Ausbruchsgesteinen: die älteren oder plutonischen*)

*) Pluto, der Gott der Unterwelt.

und die jüngeren oder vulkanischen*). Plutonisch heißt man alle Massengesteine von der Urzeit bis zum Mittelalter der Erde, also Granit, Porphyr, Grünsteine ꝛc., vulkanisch dagegen diejenigen, welche den jüngeren und jüngsten Formationen angehören, also zur sogen. Kreide-, Tertiär- und Diluvialzeit hervorgebrochen sind, wie Basalt, Trachyt, Klingstein u. dgl. Letztere Gesteine bilden dann den ganz natürlichen Übergang zu unsern heutigen Laven. Daß die Art und Weise des Ausbruchs zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten eine verschiedene war, liegt wieder in der Natur der Sache. »Practica est multiplex« auch in der Natur und noch heutigen Tags.

So sind z. B. die meisten der heute noch thätigen Vulkane sogen. Strati- (d. h. „geschichtete") Vulkane, weil sie ihre Kegelberge durch Aufschüttung des von ihnen ausgeworfenen Materials selbst erzeugt haben. Aus früheren Erdperioden aber begegnen wir neben Feuergesteinen, die auch damals einem Vulkan entströmt und an dessen Seite herabgeflossen sind (z. B. in der Auvergue und Eifel), auch wieder solchen, die wahrscheinlich niemals wirklich ans Tageslicht traten. Beim Einbruch einer Bodenscholle füllte die glühende Masse, die von unten heraufdrückte, eine Spalte aus, hatte aber nicht die Kraft, vollständig bis zur Oberfläche emporzudringen, und erstarrte in jener Spalte wie in ihrem eigenen Krater. Die Gesteinsmassen, die in diesem Fall bei dem zum Teil nur einmaligen Ausbruch in Gestalt von Bomben und Aschen hervorgeschleudert wurden, legten sich dann als „Tuffmantel" um den harten Innenkern her. Spätere Fluten wuschen den weichen „Tuff" teilweise wieder weg und der erstarrte Kern von Basalt, Phonolit u. dgl. blieb stehen. So etwa denkt man sich die Bildung der alten Hegauvulkane (Hohentwiel, Mägdeberg u. s. w.).

---

*) Vulkan, der Gott des Feuers.

Sind derartige Ausbruchsmassen noch heute unter andern Gesteinsschichten begraben, so nennt man sie Lakkolite*); haben dieselben Seitenspalten ausgefüllt und ihr glühendes Material vom Hauptgang auch noch in Nebengänge eingetrieben, so heißt man letztere Apophysen**).

Weiter ist zu beachten, daß durch solche Ausbrüche von glühendem Material das umliegende Gestein, das durchbrochen oder dessen Spalten und Gänge ausgefüllt wurden, in der Regel allerlei Veränderungen erlitt. Der ge-



Fig. 4. Fingalshöhle.

wöhnliche dichte Kalkstein z. B. wurde oft in eine krystallinische Masse („zuckerkörnigem Marmor“) verwandelt, wie man dies an Kontakt-(Berührungs-)stellen, z. B. bei Predazzo in Südtirol so schön sehen kann. Weißes Gestein wurde durch die aufsteigenden Dämpfe geschwärzt, was manchmal der schwäbische Weißjura an den Stellen zeigt, da er von Basaltgängen durchbrochen wird. Braunkohlen bekamen durch Ein-

*) Lakkolit, griech., wörtlich „Zisternenstein“.
**) Apophysen, griech., „Verzweigungen“.

wirkung der heißen Basaltmassen eine stenglichte Absonderung, so daß sie jetzt dastehen wie die bekannten Basaltsäulen selbst (Hessen und Sachsen) u. dgl.

Was letztere betrifft, so mag ebenfalls gleich hier angefügt werden, daß allerdings auch Massen- und Feuergesteine, wie der Basalt, unter Umständen in regelmäßiger Weise, nämlich eben in solche Säulen sich absondern können, wofür die an der schottischen Küste liegende Insel Staffa mit ihrer berühmten Fingalshöhle (vgl. uns. Fig. 4, S. 24) und die Rheingegend (Königswinter) bekannte und treffliche Beispiele bieten. Nur ist hier überall nicht an Schichtung und Ablagerung zu denken, wie etwa bei unsern Kalkgebirgen, ebensowenig an ein Anschießen und Wachsen wie bei den Krystallen, vielmehr handelt sich's um besondere Erstarrungsverhältnisse. Erstarrt z. B. eine glühende Masse langsam, unter starkem Druck und unter Ausschluß der Luft, so scheiden sich förmliche Krystalle darin aus (Granit, Porphyr). Geht aber die Erstarrung rasch vor sich, so entstehen dichte Massen (Lava, Basalt), an der Oberfläche poröse Fladen und selbst schaumartiges Zeug (Bimsstein) bildend; oder aber treten auch unter gewissem Druck an der Luft die erstarrenden Massen zu besonderen Formen (Säulenbasalt) zusammen.

Wo wirkliche Schichtung vorliegt, da hat man's stets mit neptunistischen oder Wassergesteinen (Neptun, der Gott des Meeres) zu thun und bezeichnet dann dieselben nach der Art ihrer Entstehung als Flöz- (vom Wasser herbei„geflözt") oder Sediment- (abgelagertes) Gebirge.

Gehen wir auch hier einmal von den bekanntesten und alltäglichsten Vorgängen aus, so hat ja wohl jeder von uns schon beobachtet, wie bei einem stehenden oder fließenden Gewässer die Ablagerungen auf dessen Grund oder an dessen Rändern sich bilden. Ein Bach bringt Gesteinsstücke von den Bergen zu Thal, er schleift sie während des Transports in seinem Bett glatt und setzt sie an einer

günstigen Stelle unten als Kiesschotter wieder ab. In einer Bucht oder unterhalb eines Wasserfalls wird das feinere Material, Sand und Schlamm abgelagert, und zwar Schichte um Schichte, wie sich die Jahresringe um den Stamm eines Baumes ansetzen.

Ein Fluß, der in einen See mündet (z. B. der Rhein beim Einfluß in den Bodensee), bringt eine Unmasse Schotter vom Gebirge herab, den er *deltaartig* im Wasser ablagern wird, so daß das Material nach und nach eine Zunge in den See hinaus bildet, bis dieser schließlich ganz dadurch ausgefüllt werden dürfte. Die Ablagerung solchen Gesteins geht aber *nach ganz bestimmten Regeln* vor sich. Die gröbsten Brocken bleiben nahe der Eintrittsstelle des Flusses in den See liegen, die kleineren werden weiter ins Wasser hineingeschwemmt und der Sand und Schlick wird am weitesten vorgeschoben, so daß er nach und nach im ganzen Seegrund sich ausbreitet. Wiederum je nach Zeit und Umständen bringt der Fluß das einemal eine Lage Schlamm, dann folgt vielleicht ein halb Jahr nachher infolge eines Wolkenbruchs grobes Geröll, wieder ein andermal bildet sich eine Schlammschicht darüber, eines baut sich über dem andern auf, und nach Verlauf von Jahrtausenden sehen wir diese *verschiedenen Schichten als Bänke*, wie Blätter eines Buchs, *übereinandergelagert* und vielleicht schon zu einer steinartigen Masse erhärtet.

In noch weit größerem Maßstab finden dieselben Vorgänge *in unsern Meeren und Ozeanen statt*, und zwar nicht bloß an deren Küsten, wo Ebbe und Flut, oder an den Mündungen großer Ströme, wo diese ihr ununterbrochenes Spiel treiben, sondern ganz besonders auf ihrem Grunde, auf welchen fortwährend eine Masse feinster im Wasser schwebender Stoffteilchen, aber auch Millionen von Muschel- und Schneckenschalen nach dem Tod ihrer Bewohner hinabsinken. So kommt es, daß der Boden

unserer Weltmeere, wie insbesondere die Tiefseeforschung der letzten Jahrzehnte bestätigt hat, viele Meter tief mit feinstem Kalkschlamm bedeckt ist, der ebenfalls Schichte um Schichte wagrecht im Lauf der Zeiten sich übereinander abgelagert hat.

Denken wir uns nun etwa solch einen Ozean trockengelegt oder seinen Grund gehoben, so werden diese Schichten nach und nach zu Stein erhärten, und wir haben genau die nämlichen Kalk- und Thonbänke, wie wir sie in vielen unserer heutigen Gebirge beobachten. Daß in denselben dann gleichzeitig die betreffenden Schneckenschalen, die einst auf den Grund hinabgesunken und in dessen Schlamm eingebettet worden sind, ruhig eingebettet blieben, und auch prächtig wieder zum Vorschein kommen, wenn man das betreffende Gesteinslager mit dem Hammer zerschlägt, ist selbstverständlich. Umgekehrt wird auch niemand die Richtigkeit der Schlußfolgerung bestreiten können oder wollen, daß wir alle diejenigen Gesteine, die schichtenweise in Bänken übereinander gelagert unserem Auge sich darstellen, vollends wenn sie Petrefakten, d. h. versteinerte Tier- oder Pflanzenreste führen, als im Wasser abgelagert ansehen, als Sediment- oder Flözgesteine verzollen müssen, was denn auch allwärts in der Geologie geschieht.

Indes auch schon die bloße Schichtung zeugt für eine derartige Entstehungsart des betreffenden Gesteins, wie man deshalb gegenwärtig z. B. auch alle die sogen. krystallinischen Schiefer (Gneis, Glimmerschiefer 2c.) als im Wasser abgelagert sich denkt, obgleich denselben jegliche Spur von Lebensresten fehlt*). Noch mehr gilt dies natürlich von jenen Thonschiefern späterer For-

*) Daß die „schichtenweise Ablagerung“ der sogen. Strativulkane andere Ursachen hat und nicht im Wasser stattfand, haben wir oben schon angedeutet und werden es S. 31 noch genauer bringen.

mationen (den sogen. „Phylliten"), die ebenfalls keine Spur von Lebewesen enthalten und doch gar nicht anders entstanden sein können als durch Ablagerung im Wasser.

Man nimmt hier, wohl nicht mit Unrecht, an, daß die etwaigen Tiere, die während der Bildung dieser „Phyllite" in dem betreffenden Wasser gelebt haben mögen, noch außerordentlich nieder organisiert und lediglich weiche, gallertartige Klümpchen waren, von denen naturgemäß unmöglich etwas sich erhalten konnte; denn erhalten können sich ja nur Hartteile von Geschöpfen: Schalen, Knochen, Zähne u. dgl., alles fleischige geht durch Verwesung zu Grund. Das würde dann gut damit stimmen, daß obige Phyllite die ältesten eigentlichen Flözformationen darstellen, also zu einer Zeit sich gebildet haben, wo überhaupt Lebewesen erstmals auf Erden auftraten.

Noch früher waren die krystallinischen Schiefer abgelagert worden, zu einer Zeit, da zwar schon Wasser auf der Erdoberfläche vorhanden, aber noch so heiß war, daß kein lebendiges Wesen darin fortkommen konnte. Daher sind diese Gesteine im eigentlichen Sinn des Worts azoisch (ohne Reste von Leben), obwohl auch sie im Wasser abgelagert worden sein und also zu den „Sediment-" oder Flözgesteinen gezählt werden mögen.

Von da an aber, wo wir in unsern Sedimentgebirgen Tier- und Pflanzenreste finden, geben die betreffenden Arten dieser Versteinerungen uns einen vortrefflichen Fingerzeig über das Alter ihrer Ablagerung.

Weil nämlich die Entwicklung der Geschöpfe auf Erden stets stufenweise vom Niederen zum Höheren fortschreitet, so ziehen wir daraus den durchaus berechtigten Schluß, daß ein Gestein, in welchem noch keine Säugetiere vorkommen (Silur, Steinkohle) früher abgelagert worden, also älter sein müsse als ein anderes, das solche aufweist (z. B. das Tertiärgebirge).

Und damit stimmt wieder vortrefflich überein, daß in der That da, wo die Lagerung der Schichten noch ungestört ist, immer z. B. die Steinkohle unter dem Jura und Tertiär liegt. Das untere muß aber bei horizontaler Ablagerung der Schichten im Wasser naturgemäß immer auch älter sein als das obere, das sich ja erst darüber, d. h. der Zeit nach später abgesetzt hat. Wenn in der Natur scheinbar die Sachen ganz anders und geradezu umgekehrt liegen, so haben wir es da eben mit nachherigen Schichtenstörungen (Verwerfung, Faltung, Überkippung 2c.) zu thun. Man vgl. in dieser Beziehung unsere hier beigegebene

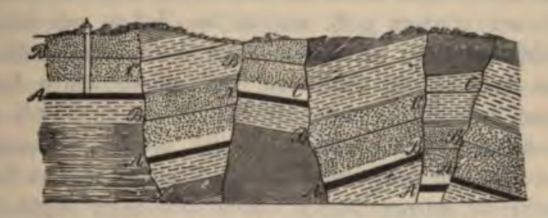


Fig. 5. Verwerfung eines Kohlenflözes (Auckland).

Fig. 5, welche die Verwerfung eines Kohlenflözes im Steinkohlenrevier von Auckland in vorzüglicher Weise zeigt.

Ein weiteres, was hier in Betracht kommt, ist, daß wir in unsern Flözgebirgen meist gar verschiedenartige Schichten oder Lager über einander antreffen. Da sind es bald Kalk- bald Sandsteinbänke, die wir finden, dann auch wieder ziehen zwischen denselben Thonschichten durch, oder es sind gerollte Steinbrocken in das Lager eingebettet und was sonst für Variationen hier vorkommen mögen. Auch das erklärt sich höchst einfach und stimmt ganz mit den Vorgängen und Beobachtungen in unsern heutigen Meeren. In einer ruhigen Bucht z. B. wird sich, wie oben schon angedeutet, nur Schlamm, der spätere „Thon", ablagern, an der

Mündung eines Stroms, der allerlei Geröll ins Meer führt, wird man solches ins Lager eingewickelt finden, desgleichen an einer steilen Felsküste, die fortwährend der Brandung ausgesetzt ist. Flache Ufer dagegen erzeugen Sand, der sich dann später zu Sandstein verkitten kann; dagegen auf dem Grund der Tiefsee lagert sich ein weicher, kreideartiger Kalkbrei ab, aus dem die späteren Kalksteinbänke oder Kreidefelsen hervorgegangen sind.

Endlich begegnen wir aber doch hin- und wieder auch in zweifellos vom Wasser abgelagerten Schichten, also im echten und gerechten Flözgebirge mitunter massigem Gestein, meist Kalkgestein, das oft wie in einer Art von Stotzen und Brocken mitten zwischen wohlgeschichteten Bänken lagert; wir erinnern z. B. nur an die Felsen auf unserer schwäbischen Alb, an die Dolomitberge in Südtirol u. ähnl., wo das Auge überall nichts von Schichtungen blicken kann. Daß auch diese Dinge einst auf dem Meeresgrund sich gebildet haben, ist über jeden Zweifel erhaben. Dagegen nehmen wir, und zwar abermals nach Analogie heutiger Vorkommnisse in unseren Meeren, wohl mit allem Recht an, daß es sich hier um sogen. zoogene (d. h. durch Lebewesen erzeugte) Gesteine handelt, also z. B. gewaltige Korallenstöcke oder Kolonien von Seeschwämmen, wie denn auch gewöhnlich eine genauere (mikroskopische) Untersuchung jener „Stotzen“ und Felsen dies bestätigt.

Nun aber müssen wir weiter daran erinnern, daß es auch Gesteine geben kann, die uns, wenn wir sie auf die Art ihrer Entstehung ansehen, weder als bloße Feuer- noch als bloße Wassererzeugnisse erscheinen, bei denen wir vielmehr zu der Überzeugung kommen, daß zu ihrer Bildung die beiden genannten Faktoren gleichzeitig müssen beigetragen haben.

Wir denken z. B. an die vulkanischen Tuffe- oder die sogen. Strati- („geschichteten“) Vulkane, von denen ja ebenfalls bereits die Rede war. Wer etwa schon am Vesuv gewesen ist, der hat beobachtet, wie dort (im Atrio del Cavallo) Schicht

um Schicht, Lage um Lage von Lava, Bimsstein, Asche u. s. f. über einander sich aufbaut, so daß man fast an „Sedimhnte" denken möchte. Die Sache ist aber sehr verständlich, sobald man sich klar macht, wie ein derartiger Feuerberg überhaupt entstund.

Es handelt sich dabei einfach um einen Aufschüttungskegel: die ausgeworfenen Gesteinsmassen türmten sich nach und nach zu einem Berg auf, die groben und großen Brocken, die zuerst ausgeworfen wurden, blieben unten liegen, darauf kamen die kleineren, zuletzt die Asche, die daher jetzt eine etwas höhere Schichte einnimmt. Nach etlichen Jahren folgte ein zweiter Ausbruch, neue Gesteine in derselben Ordnung entstiegen dem Schoß des Berges, und dieser baute ein zweites Stockwerk von ähnlichen Schichten über dem ersten auf. Dieser Vorgang wiederholte sich dann im Lauf der Jahrtausende noch dutzendmal, bis der Berg, der sich sozusagen selbst aus sich geboren, die Form und Höhe erreicht hatte, wie wir es jetzt sehen. Machen wir aber einen Querschnitt durch seine Masse, oder denken wir uns irgendwo seine sämtlichen Schichten senkrecht von oben nach unten entblößt, so daß wir sie mit einem Blick übersehen können: so würden wir lauter wagrecht über einander lagernde Bänke erkennen, das naturnotwendige Ergebnis seiner Entstehungsweise. Hier also haben wir scheinbare Sedimentbildung, wenn auch das Wasser dabei sicher keinerlei Anteil gehabt hat.

Das ist anders bei unsern sogen. vulkanischen Tuffen, insbesondere den unsere tertiären Eruptivgesteine so vielfach umlagernden Basalt-, Trachyt- und Phonolittuffen u. dgl. Diese sieht man manchmal ganz schön in Schichten über einander gelagert, so daß kaum ein Zweifel darüber sein kann, es sei dies durch Wasser bewirkt worden. Und so ist's in der That, und wiederum giebt auch hier die Entstehungsweise dieser Gesteine sofort selbst die Erklärung: Feuer und Wasser haben gleichzeitig mitgewirkt, daß sie, und zwar daß sie gerade so, wie wir sie jetzt sehen, sich bilden konnten.

Diese vulkanischen „Tuffe“, wohl zu unterscheiden von dem gewöhnlich so genannten (Kalk-) Tuff, dem Absatz unserer kalkhaltigen Wasser, sind nämlich nichts anderes als Aschenmassen, die von dem betreffenden Feuerberg einst ausgeschleudert wurden, und in welche dann zugleich noch allerlei fremde Gesteinsarten hineinkamen, seien es nun Bomben und Fetzen, die beim Ausbruch im Innern des Berges abgerissen und mit heraufgebracht, seien es Stücke des umliegenden Gesteins, das infolge der Erschütterung zersprengt und in den Kessel (das Maar) oder unter die am Fuß des Berges sich ablagernden Aschenmassen geworfen wurde. Gewaltige Regengüsse oder Bäche und Flüsse führten nun dieses gesamte Material, die jetzt zu einer Art von Brei gewordene Aschenmasse samt ihren fremden Einschlüssen, fort und setzten dasselbe schichtenweis übereinander wieder ab*): so zeigt sich uns dieser „Tuff“ heute in der That seiner Entstehung nach als Produkt von Feuer und Wasser zu gleicher Zeit, als Erzeugnis beider Faktoren.

Neben den eigentlichen Feuer- und Wassergesteinen und neben der eben besprochenen dritten Art, die der Zusammenwirkung dieser beiden Faktoren ihren Ursprung verdankt, müssen wir aber der Vollständigkeit halber noch auf zwei weitere Gruppen von Gesteinen aufmerksam machen, die bezüglich ihrer Entstehung eine ganz isolierte Stellung einnehmen, es sind dies einerseits die sogen. metamorphischen und dann wieder die oben schon erwähnten oder wenigstens gestreiften zoogenen und phytogenen Gebilde, d. h. mineralische Massen, die sich durch Vermittlung von Tieren oder Pflanzen erzeugt haben, und noch heute vor unsern Augen erzeugen.

Beginnen wir zunächst mit diesen letzteren, so erinnern

*) Hier können dann auch Reste von Pflanzen und Tieren von außen miteingeschwemmt werden, wie man in der That in diesen Tuffen oft Blätter und Schneckenschalen findet.

wir nochmals an die oben schon besprochenen Felsen der schwäbischen Alb, die sich schon durch ihr „massiges“ oder „stotziges“ Wesen von ihrer Umgebung, den geschichteten Kalken, unterscheiden, bei näherer Untersuchung aber auch thatsächlich als Reste einstiger Korallen- oder Schwammriffe sich ausweisen, die zwar freilich nur im Wasser konnten gebildet und abgelagert sein, deren Bildung aber lediglich der Thätigkeit winziger Tiere zuzuschreiben ist. Dasselbe gilt von den Dolomitgebirgen in Südtirol, sowie von den Kreidefelsen auf Rügen und an der englischen Küste, die nichts anderes sind als Massen von Schälchen und Kalkskeletten einstiger Tierchen, die aber allerdings erst nach deren Tod in dieser Weise auf dem Grund von Meeren als „Kreideschlamm“ aufgehäuft und verkittet wurden.

Was dagegen die Pflanzenwelt als Gesteinsbildner betrifft, so erinnern wir nur an die Stein- und Braunkohlenlager, die manchmal bergehohe Massen darstellen und zweifellos Überreste von Pflanzen sind, die in früheren Erdperioden an den betreffenden Stellen gewachsen waren und bei unvollständiger Verwesung (unter Wasser, also mit Abschluß von Luft, ganz ähnlich wie heute die Torfbildung sich vollzieht) ihren Brennstoff uns erhalten haben.

Ob das Erdöl auch auf ähnliche Weise entstanden und als Produkt von Lebewesen anzusehen ist, kann vorerst nicht mit voller Sicherheit gesagt werden; doch ist es mehr als wahrscheinlich. Ja, das meiste Erdöl scheint sogar tierischen Ursprungs zu sein. Zweifellos von Pflanzen, dagegen rühren die verschiedenen fossilen Harze her, wie Bernstein u. ähnl.

Weiter gehört hieher der sogen. Tripel oder Polierschiefer, wie er an manchen Orten (z. B. bei Bilin in Böhmen) in meterhohen Bänken abgebaut wird. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die ganze Masse aus weiter gar nichts besteht als aus winzigen Kieselpanzern von Stückelalgen (sogen. Diatomeen), wie sie auch gegenwärtig in unsern

Gewässern vorkommen und durch ihre ungeheure und fabelhaft rasche Vermehrung sich auszeichnen. Binnen kurzem kann sich ein See damit anfüllen, die absterbenden Massen sinken auf seinen Grund hinunter, und Schichte auf Schichte von den unverweslichen Kieselstäbchen setzt sich dort ab. So steht z. B. Berlin auf einem derartigen, mehrere Meter mächtigen Lager solcher Algenreste, die in der Diluvialzeit auf einem hier offenbar noch sumpfigen Boden ihr Dasein geführt haben.

In gewissem Sinn kann man auch unsere Kalktuff- und Sinterablagerungen dahin rechnen, da die Ausscheidung von kohlensaurem Kalk wenigstens nicht ohne die Vermittlung von Pflanzen (Moos, Gras, Holzstückchen u. dgl.) vor sich gehen dürfte, über welche das kohlensäurehaltige Wasser langsam hinabfließt. Ja, man hat schon die Behauptung aufgestellt, daß aller und jeder Kalk in unsern Bergen zoogen, d. h. früher einmal durch den Leib von Tieren oder Pflanzen hindurchgegangen, beziehungsweise von ihnen abgesondert worden sei. Nur muß man sich hier immer fragen: woher sollen dann aber die Schnecken und Muscheln, die Korallen und Schwämme, aus deren Schalen und Skeletten unsere Kalksteine ja wohl herrühren mögen, diesen Kalk genommen haben, wenn er nicht zuvor schon in irgend welcher Gestalt auf der Erde vorhanden war? Es führt das stets auf die Zirkelfrage, die aber durchaus keine bloße Scherzfrage ist: was nämlich von beiden zuerst dagewesen sei, das Ei oder die Henne?

Wir müssen endlich noch etwas weiteres in Betracht ziehen, nämlich

Kapitel III

Die Metamorphosierung der Gesteine und ihre Ursachen.

Sehen wir uns diese sogen. metamorphischen Gesteine ein wenig näher an, so zeigt schon der Name

(metamorphisch, griech. = umgewandelt), an was wir dabei zu denken haben.

In gewissem Sinn könnte man ja freilich fast alle Gesteine unserer Erdkruste, insonderheit alle Sedimentgesteine metamorphisch heißen. Denn die Beobachtung lehrt uns, daß es auf Erden und auch in der Gesteinswelt nichts Bleibendes giebt, daß vielmehr alles in stetem Fluß, in ewigem Wandel und Wechsel begriffen ist. So haben wir z. B. in all unsern Sand- oder Kalksteinen nicht mehr den ursprünglichen Zustand vor uns, in dem sich einst ihr Material abgelagert hat, vielmehr sind die losen Sandkörner oder Schlammteilchen, jene durch ein später eingesickertes Bindemittel, diese zugleich durch gewaltigen auf ihnen lastenden Druck erst nach und nach zu dem umgewandelt worden, als was sie sich uns jetzt zeigen, nämlich aus losen Massen zu festen Gesteinsbänken, wie oben schon angedeutet ward.

Noch mehr könnte man versucht sein, solche Gesteine, die sich thatsächlich erst durch die chemische Thätigkeit des Wassers gebildet haben, als metamorphische zu bezeichnen. Nehmen wir z. B. Basalt, der durch fortgesetzte Auslaugung zu (Basalt-) Thon, oder Granit, Gneis und Porphyr, die auf demselben Wege, schließlich zu Kaolin (Porzellanerde) geworden sind, oder denken wir an unsere Mandelsteine, die ursprünglich ein poröses und blasiges Aussehen hatten, deren Hohlräume aber später durch Einsickern von kieselgeschwängertem Wasser mit (Quarz- oder Achat-) „Mandeln" ausgefüllt worden sind — hier also hat die chemische Lösung neue Stoffe herbeigeschafft, während sie im obigen Fall umgekehrt vorhandene wegführte —: so ist allerdings hier wie dort die ursprüngliche Gesteinsmasse durch solche Vorgänge vollständig umgewandelt, nach Form und Inhalt, nach Aussehen und Beschaffenheit eine durchaus andere geworden als sie ursprünglich war.

Im weiteren Sinn des Worts kann man also und darf hier gewiß von Metamorphismus sprechen. Doch hat man sich nun einmal gewöhnt, in der Wissenschaft jenes Wort nur im engeren Sinn zu gebrauchen und die eben angeführten Fälle nicht darunter zu begreifen. Man versteht vielmehr unter Metamorphismus nur solche Vorgänge, die, wenn auch manchmal mit teilweisen Zersetzungen verbunden, zur Bildung eines ganz neuen und oft krystallinischen Gesteins führten, welches unter Umständen selbst wieder einer späteren Zersetzung unterworfen sein konnte, und bei denen man zugleich die Ursachen dieser Umwandlung mehr oder weniger bestimmt nachzuweisen vermag.

Als solche nachweisbare Ursachen der Metamorphosierung gewisser ursprünglicher in völlig andere und neue Gesteine hat man hauptsächlich folgende vier kennen gelernt:

1) Mineralquellen und Sickerwasser,
2) Vulkanische Gas- und Dampfaushauchung,
3) Erdbrände und
4) Eruptivgesteine.

Sehen wir uns diese Vorgänge etwas näher an, und zwar zunächst die Umwandlung gewisser Gesteine mittelst Sickerwasser und Mineralquellen, so ist hier vor allem an die Bildung des Dolomits, des Anhydrits und des Serpentins zu erinnern.

Daß der Dolomit kein ursprüngliches Gestein, sondern umgewandelter Kalk ist, bei welchem zu dem vorhandenen kohlensauren Kalk noch kohlensaure Magnesia (Bittererde) hinzutrat, darüber besteht heute nirgends mehr ein Zweifel. Und ebenso unbestritten ist die Annahme, daß diese Magnesia durch Wasser beigeführt worden sei. Mag die Art und Weise dieser Beifuhr auch eine gar verschiedene gewesen sein — man kann sich auf Grund chemischer Experimente einen dreifachen Vorgang denken, wie dies geschah — und mag insbesondere, wie wir an einem andern Ort ausgeführt,

die Dolomitisierung ganzer Gebirgsstöcke, wie dies in den Alpen (Südtirol) vorkommt, noch manches Rätselhafte und große Schwierigkeit der Erklärung bereiten: so viel ist jedenfalls sicher, daß Mineralwasser, welche gelöste Bittererde in den ursprünglichen Kalk einführten, diese Umwandlung desselben in Dolomit veranlaßt haben.

Ähnlich ist es bei der Umwandlung des Anhydrits (wasserlosen schwefelsauren Kalks) in Gips (wasserhaltigen schwefelsauren Kalk) zugegangen. Ja hier ist der Prozeß noch weit einfacher, um so mehr, als er sich oft genug noch heute vor unsern Augen abspielt. Die Tagwasser sickern in Spalten und Klüfte unserer Anhydritgebirge ein; so wandelt sich der Anhydrit, soweit die Wasserbeifuhr hinunterreicht, von selbst in Gips um, der ja nichts anderes ist, als wasserhaltiger Anhydrit. Und in der That kann man oft genug beobachten, daß unsere Gipsstöcke in einer gewissen Tiefe (bis wohin das oberirdische Wasser noch nicht gedrungen ist) aus reinem Anhydrit bestehen.

Einen ähnlichen Vorgang, nur umgekehrter Art, können wir oft genug in gewissen Jurageſteinen wahrnehmen. Hier wird nämlich ein ursprüngliches Kalkgestein durch Auslaugung, d. h. Wegführung seines Kalks durch das Wasser in eine Art Sandstein umgewandelt. So sind z. B. die sogen. Thalassiten- oder Angulatensandsteine des unteren Lias in Schwaben zweifellos ursprünglich in der Form von Kalkstein abgelagert worden. Durch Einsickern von Wasser, namentlich vielleicht kohlensäurehaltiger Wasser (Sauerwasserquellen der Göppinger Gegend) wurde der Kalk weggeführt, und die Masse nahm ein sandiges Ansehen an. Findet man doch vielfach noch das Innere dieser Steinbänke in ihrem ursprünglichen Zustand als blauen Kalk, wogegen die Schale zu Sandstein geworden ist; der Prozeß scheint sogar noch heute fortzugehen; denn oft genug können wir die immer mehr zunehmende Auslaugung und Auswitterung der Petre-

fakten hier verfolgen. Auch beim „Personatensandstein“ (Braun Jura β) scheinen öfters ähnliche Vorgänge gewaltet zu haben und noch zu walten.

Durch mineralhaltige Sickerwasser endlich ist auch die Entstehung des Serpentins zu erklären, der zweifellos aus Augit, Hornblende, Olivin und Glimmer führenden Gesteinen (also namentlich aus Olivinfels, Hornblendeschiefer, Gabbro und Diorit) sich gebildet hat, und zwar dadurch, daß das ursprüngliche Gestein durch Wasser, in denen kohlen- und schwefelsaure Magnesia gelöst war, zersetzt und ausgelaugt wurde, bis als nicht weiter angreifbarer Rückstand wasserhaltige kieselsaure Bittererde — und das eben ist der Serpentin — übrig blieb.

Eine andere Art der Metamorphosierung von Gesteinen wird durch vulkanische Dämpfe herbeigeführt. In allen vulkanischen Gebieten entströmen den Spalten und Klüften des Bodens verschiedene (saure) Gasarten, hauptsächlich Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure u. dgl.

Kommen zu diesen, wie häufig genug, noch heiße Quellen hinzu, die Wasserdämpfe entsenden, so werden die Wirkungen dieser Vorgänge natürlich noch verstärkt. Letztere aber bestehen hier hauptsächlich darin, daß ursprünglich harte und feste Gesteine in zerreibliche, erdige und poröse Gebilde, oft in förmliche Tuffmassen umgewandelt und daß meist auch ihre Farben völlig verändert werden (die dunkle, oft schwarze Lava wird gebleicht und erhält eine gelbliche, oft sogar schneeweiße Färbung.)

Zugleich erzeugen sich dann bei diesen vulkanischen Prozessen als Nebenprodukte ganz neue Gesteine, so Alaun, Schwefelkies und insbesondere Gips, der in Nestern und Stöcken sich absetzt. So ist z. B. in einer Grotte auf der Insel Lipari auf diese Weise aus Kalkstein der schönste Alabaster (Gips) geworden; die mächtigen Palagonittuffe auf

Island sind in bunte und weiße Thone verwandelt. Auch im Krater des Vesuv und an der Solfatara bei Neapel zeigen sich ähnliche Erscheinungen.

Eine dritte Art von Gesteinsmetamorphose rufen manchmal Kohlenbrände hervor, nur wird hier natürlich bloß die unmittelbare Umgebung, hauptsächlich die Decke und die Sohle (das „Hangende" und „Liegende" bergmännisch ausgedrückt) eines solchen in Brand geratenen Kohlenflözes davon beinflußt. Auch ist einzig und allein die Erhitzung der Faktor, der die Veränderungen hervorruft.

Diese bestehen aber hauptsächlich darin, daß Sandstein und Thone durch solche Erdbrände gerötet, gebrannt, geschmolzen, gefrittet, verschlackt, manchmal sogar verglast und in Porzellanjaspis umgesetzt wurden, ganz wie wir ähnliche Vorgänge beim Brennen von Backsteinen in unsern Ziegelöfen wahrnehmen. Beispiele derart in der Natur zeigen verschiedene, zum Teil seit Jahrhunderten brennende Flöze auch unserer deutschen Steinkohlen- und Braunkohlenlager, (Duttweiler bei Saarbrücken und Zwickau in Sachsen; Abtrode in Hessen, Bilin und Karlsbad in Böhmen, und Zittau in Sachsen).

Endlich werden Gesteinsumwandlungen durch Eruptivmassen hervorgerufen, und zwar sind dies sogar die häufigsten und bekanntesten hieher gehörigen Erscheinungen, die sogen. Kontaktmetamorphosen. Schon der Name (Kontakt, d. h. „Berührung") besagt, daß auch hier nur an den Rändern der betreffenden, von feuriger Glutmasse durchbrochenen ursprünglichen Gesteine solche Veränderungen beobachtet werden können, und daß dieselben ebenfalls lediglich von der starken Erhitzung herrühren. Da wir aber davon an einem andern Ort schon sprachen (vgl. S. 24), so wollen wir hier nur nochmals kurz die Hauptveränderungen zusammenfassen, die sich auf diese Weise ergeben.

Kalksteine und Thone werden bei einem solchen Vorgang häufig gebrannt, gerötet oder geschwärzt, Sandsteine werden geröstet, gefrittet und verglast, gewöhnlicher Kalk wird in zuckerkörnigen (karrarischen) Marmor übergeführt, Kohlen (Stein- und Braunkohlen) werden in Koks verwandelt oder erhalten sie, wie dies auch bei andern Gesteinen vorkommt, eine säulenförmige Absonderung u. dgl. An Beispielen dieser Art fehlt es in der Natur nirgends, und zwar sind solche sämtlichen Eruptivgesteinen zu entnehmen vom Granit und Porphyr an bis zum Basalt und zur Lava der Gegenwart. Um nur wenigstens einzelnes anzuführen, sei an den Meißner in Hessen erinnert, dessen Braunkohlenflöze von Basaltgängen durchbrochen werden. Da sieht man nun ganz deutlich wie sich an der Berührungsstelle und zwar in ganz bestimmten Entfernungen vom Basaltgang aus die Braunkohle zuerst in metallisch glänzenden Anthrazit, dann in stengelig abgesonderte Glanzkohle, weiter in bröcklige, glasglänzende Pechkohle und zuletzt in dichte, dunkle Schwarzkohle umgewandelt hat.

Der Buntsandstein dagegen (Wildenstein bei Büdingen), und der Quadersandstein (Kreideformation bei Zittau) nahm in der Nähe von Basaltgängen eine prismatische Absonderung an, ähnlich dem Säulenbasalt, und ganz so, wie man dies auch bei den Gestellsteinen in Hochöfen beobachtet.

Wie derartige Kontaktmetamorphosen auch heute noch vorkommen, zeigt eine Stelle auf der Insel St. Jago am Grünen Vorgebirg, wo durch einen Lavastrom ein noch ganz junger Kalkstein in den schönsten zuckerkörnigen Marmor verändert ward. Und daß ganz dieselben Dinge schon in den alleraltesten Zeiten sich zutrugen, das beweist z. B. das Kontaktverhältnis von Granit und silurischen Kalk- und Thonschichten am Konnerudberg bei Chri-

stiania in Norwegen. Auch dort sind die Kalke von dem sie durchbrechenden Granit in *karrarischen Marmor*, die Thone dagegen in ein *krystallinisches Schiefergestein* umgesetzt worden. Derartige Beispiele ließen sich aber noch verdutzendfachen. (Vgl. uns. beigegeb. Fig. 6 aus dem Erzgebirge). An dem letztgenannten Platz wirkte die glutflüssige Granitmasse auf das umgebende Sedimentgestein mindestens 70 m weit ein, bei andern Eruptionsgängen handelt sich's nur um 30—40, manchmal sogar nur um 0,5—8 m, ja in recht vielen Fällen nimmt man an solchen Kontaktstellen gar keine Veränderung wahr. Das Wirkungsgebiet kann aber sogar bis auf eine Ausdehnung von 4000 m anwachsen.

Es hängen diese Verschiedenheiten wohl insbesondere auch damit zusammen, ob jeweils *nur* die Hitze gewirkt hat, oder ob nicht auch, was oft genug vorgekommen sein mag, *Heißwasserdämpfe* und allerlei darin gelösten Säuren und Mineralsubstanzen mit im Spiel waren.

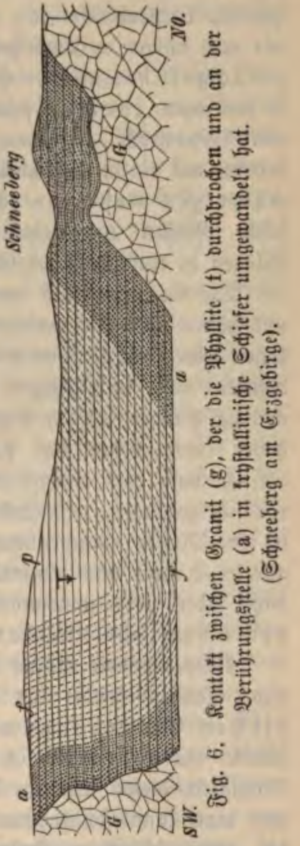


Fig. 6. Kontakt zwischen Granit (g), der die Phyllite (f) durchbrochen und an der Berührungsstelle (a) in krystallinische Schiefer umgewandelt hat. (Schneeberg am Erzgebirge).

Immerhin handelt es sich bei den sämtlichen, bisher besprochenen *Ummwandlungserscheinungen* stets nur um mehr oder weniger *lokale Vorkommnisse*, die also, wie wir hörten, höchstens auf ein paar

tausend Meter vom Ausgangspunkt aus auf das umgebende Gestein einwirken konnten. Etwas völlig anderes aber ist's mit den sogen. *krystallinischen Schiefern* (Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, Urthonschiefer &c.), wenn anders auch deren Bildung, wie noch immer meistens geschieht, auf *Metamorphismus zurückgeführt wird*. Haben wir es doch hier (so allein in der sogen. *laurenzischen und huronischen* Formation von Nordamerika, die eben aus Gneis und Urthonschiefern besteht) mit einem Schichtenkomplex von mehr als 30 000 m *mächtigen Gesteinen zu thun*. Wie und wodurch sollen solche Massen aus ursprünglichen Kalk- oder Thonniederschlägen in krystallinisches Gefüge umgewandelt worden sein?

Die Gelehrten sind darüber bis heute selbst nicht einig und haben schon die verschiedensten Theorien aufgestellt, von denen keine recht klappen will. Nach den einen soll von dem damals noch heißflüssigen Erdinneren aus eine *Anwärmung* unserer jetzigen krystallinischen Schiefer stattgefunden haben (man nennt das *plutonischen Metamorphismus*), nach den andern wäre diese Umwandlung dadurch vor sich gegangen, daß Sickerwasser von der Oberfläche aus in jene Massen eingedrungen wären, Wasser, in denen aber allerlei Säuren und mineralische Stoffe aufgelöst waren und daher eben jene umwandelnde Wirkung verstärkten (sogen. *hydrochemischer Metamorphismus*).

Wieder andere endlich verwerfen diese beiden Hypothesen und glauben wieder an der *ursprünglich krystallinischen Entstehungsweise* dieser Schiefer festhalten zu sollen. Ja es scheinen sich neuerdings die Gründe für die Richtigkeit dieser letzteren Annahme entschieden zu mehren, und man kann sich's immerhin vorstellig machen, wie auf der ersten schlackigen Erstarrungskruste des Erdballs unter dem ungeheuren Druck der damaligen Atmosphäre überhitztes Wasser sich ausbreitete, das, jener Schlackenkruste das Material entnehmend, zuerst den Gneis, dann, als es sich mehr

und mehr abkühlte, den Glimmerschiefer, Kalk-, Chlorit-, Hornblendeschiefer, wieder in einer späteren Zeit die Phyllite und zuletzt den gewöhnlichen Thonschiefer absetzte. Doch ist diese Frage noch nicht spruchreif und die Entstehung der krystallinischen Schiefer bis heute noch ein Rätsel.

In jedem Fall legt uns die Betrachtung all dieser Vorgänge den Gedanken nahe, daß wir mit langen, ungeheuer langen Zeiträumen werden zu rechnen haben, um uns das Sosein der Erdoberfläche und ihrer Gesteine in den gegenwärtigen Zustand vorstellig zu machen. Und am besten gehen wir auch bei Besprechung dieser Frage von Prozessen aus, wie sie sich noch jetzt vor unsern Augen abspielen.

Man betrachte einmal in den Alpen eine der vielen „Klammen" oder Gebirgsschluchten, in welchen die tosenden Gletscherbäche herabströmen. Da kann doch kein vernünftig denkender Mensch auch nur einen Augenblick im Zweifel sein, daß diese Rinnen, und wenn sie hunderte von Metern tief und ins härteste Gestein eingenagt sind, lediglich der auswaschenden und abschleifenden Thätigkeit des Wassers ihr Dasein verdanken. „Gutta cavat lapidem", heißt's auch hier, „der Tropfen höhlt den Stein aus", „non vi, sed saepe cadendo" (durch fortgesetzte allmählige Einwirkung).

Und wenn auch gerade bei den angeführten Erscheinungen nicht bloß langsames, aber fortgesetztes Tropfenfallen, sondern gar oft gleichzeitig große und gewaltig wirkende Wassermassen, also ungeheure Kräfte in Betracht kommen, so lege man sich doch einmal Fragen vor wie diese: Wie lang mag's wohl gedauert haben, bis die Schöllanenschlucht bei der Teufelsbrücke von der Reuß, die gewaltige Klamm hinter Meyringen von der Aare durchnagt war, wie lange, bis der Niagara die Felsenbarre, die seinen Fall erzeugt, bis zum gegenwärtigen Stand durchsägt, bis der Colorado sein manchmal gegen 1000 m tiefes Bett mit fast senkrechten Wänden (die sogen. „Cañons" in Kalifornien) ausgewaschen hatte?

Ein paar Abbildungen aus der Natur über verschiedene derartige Erosionserscheinungen, die wir deshalb hier einfügen, werden in dieser Beziehung ohne Zweifel wieder deutlicher sprechen, als wir mit noch so vielen Worten sagen könnten. Man betrachte z. B. einmal unsere Fig. 7, welche den Zusammenfluß der Rhone und Valserine bei Bellegarde (8 Stunden unterhalb Genf) darstellt. Die beiden Flüsse haben hier in ein weiches Kalk-(Kreide-)gestein gewaltige



Fig. 7. Perte du Rhône bei Bellegarde (unterhalb Genf).

Schluchten eingenagt, ja die Rhone ist früher an dieser Stelle sogar eine ziemliche Strecke weit unterirdisch geflossen (Perte du Rhône). Unsere Abbildung zeigt die Lokalität, die wir selbst des öfteren besucht haben, sehr gut.

Einen ähnlichen Vorgang stellt Fig. 8 (S. 45) dar: ein Erosionsthal in der Sierra Nevada in Spanien, das im kleinen ganz dasselbe ist, wie die großen Cañons in Kalifornien; hier wie dort hat sich das Wasser nach und nach in das (weichere oder härtere) Gestein eingefressen, bis das Thal

(das wie alle Thäler noch jetzt fortwährend nach rückwärts fortschreitet) mit seinen beiderseitigen steilen Wänden ausgenagt war.

Ein wenig anders liegt die Sache bei den 3 weiteren Bildern, die wir hier einreihen. Handelt es sich doch da weniger um Auslaugung durch (fließendes) Wasser als vielmehr um allmähliche Erosion durch die Atmosphärilien



Fig. 8. Erosionsthal in der Sierra Nevada (Spanien).

(Wechsel von Kälte und Wärme, chemische, physikalische und mechanische Einwirkungen, wobei natürlich das Wasser [Regen, Tau, Schnee 2c.] selbstverständlich auch eine wesentliche Rolle mitspielt). Man sehe sich in dieser Hinsicht Fig. 9, Fig. 10 u. Fig. 11 (auf S. 46, 47 u. 48) an, so kann man für die Bildung dieser seltsamen Nadeln, Zinnen und Felsenzacken, wie sie überall in unsern Gebirgen vorkommen, gar keine andere Erklärung

geben als die, daß das ursprünglich eine Masse bildende Gestein allmählich in der genannten Weise ausgelaugt und zerfressen wurde. Daß derartige Erscheinungen besonders gern im Sandstein (Fig. 9 „Herkulessäulen" in der sächsischen Schweiz, d. h. aus dem Quadersandstein der dortigen Kreideformation) vorkommen, liegt in der Natur der Sache.

Fast ebenso stark wird aber auch der Kalk und nament-



Fig. 9. Die „Herkulessäulen" aus der sächsischen Schweiz.

lich der Dolomit zernagt; wir erinnern nur an die berühmten Zacken und Zinken in den Dolomitalpen, im Karwendelgebirg, aber auch im fränkischen und schwäbischen Jura („fränkische Schweiz" bei Muggendorf und Bayreuth, „Felsenthal" bei Eybach, „Wendthal" bei Steinheim 2c.) und weisen zugleich auf unsere Fig. 10 hin, die derartige Dolomitfelsen zeigt (man denke etwa an das Schloß Wärenwag im oberen Donauthal).

Indes selbst hartes Urgestein wie Granit, Porphyr u. dgl. wird im Lauf der Jahrtausende ähnlich ausgefressen, wie Fig. 11 in den sogen. „Mädelsteinen" des Riesengebirgs zeigt, und wie wir ganz ähnliche Vorkommnisse im Schwarzwald (z. B. Berneckthal bei Schramberg) oder im Eisackthal bei Bozen haben. Daß natürlich auch der Wellenschlag des



Fig. 10. Dolomitfelsen.

Meeres und die Brandung desselben an den Küsten ganz ähnliche Gebilde, und zwar bei allen, selbst den härtesten Gesteinen, hervorbringt, werden wir kaum erst zu sagen brauchen.

Man denke z. B. an die Insel Helgoland, die Stubbenkammer auf Rügen, die Kreideklippen an der Südküste Eng-

lands, die Kalkriffe und Höhlen am Ufer von Sorrent, der Insel Capri ꝛc.

Und das alles ist, wenn auch nicht in historischer, so



Fig. 11. Die „Mädelsteine“ im Riesengebirge.

doch in derjenigen Zeit vor sich gegangen, die wir der allerjüngsten Erdperiode zuweisen müssen und die heute noch fortgeht. Oder man mache sich klar, daß die Alpen

einst, als sie emporgehoben wurden, wie man jetzt allgemein annimmt, um $^1/_3$, oder sagen wir auch nur um $^1/_4$ höher waren als heutzutag, daß also seitdem alle Gesteinsmassen, die einst dieses obere Drittel oder Viertel bildeten, in die Thäler geführt, ja daß diese Thäler selbst durch Auswaschung erst geschaffen worden sind, wie sich denn auch ganz neue, mächtige Gebirgsstöcke am Fuß dieser Alpen aus dem Schottermaterial wieder aufgebaut haben (z. B. der Rigi, der Pfänder, die ganze Hügellandschaft Oberschwabens, die aus „Nagelfluhe" oder gerollten und wieder zusammengebackenen alpinen Gesteinen bestehen): wie lange muß das angestanden sein? Und doch auch dieser Vorgang liegt, geologisch betrachtet, noch gar nicht weit hinter uns; denn er fand erst während der Tertiär- und Diluvialzeit statt.

Weiter: Untersuchen wir einmal, wie lange es dauert, bis unsere Seen und Meere auf ihrem Grund unter normalen Verhältnissen eine Schlammschicht, wir wollen sagen, auch nur von 5—10 cm abgesetzt haben. Sicherlich tausende von Jahren mögen darüber hingehen.

Und nun haben wir in unsern Sedimentgebirgen Kalk- und Thonbänke über einander geschichtet in einer Gesamtmächtigkeit nicht bloß von 50 und 100, sondern manchmal von mehreren 1000 Metern, und zwar einer und derselben Formation (also etwa dem Jura oder dem Eocän) angehörig, so daß gar kein Zweifel darüber sein kann: diese Schichten wurden in ununterbrochenem Gang in einem und demselben, sagen wir etwa dem Jura-Meer, abgesetzt: welche Zeiträume setzt das voraus auch nur für eine einzige unserer Erdperioden?

Oder: man nehme den nächsten besten Bergkrystall, meinthalb auch eine Achatdruse mit ihren hunderten von Farbenringen in die Hand und lasse sich von dem nächsten besten Chemiker sagen, wie lange es wohl braucht, bis auch nur ein einziger solcher Streifen sich gebildet oder ein kleines

Kryställchen von im Wasser gelöster Kieselsäure sich angesetzt hat. Und nun besitzen wir solche Quarzkrystalle von Meterlänge und von dem Durchmesser eines Schenkels: welche Zeiten mußten vergehen, bis das so geworden ist? Und doch gehören auch diese Dinge alle der jüngsten und letzten Erdperiode an. Oder — doch was bedarfs weiterer Beispiele, deren wir ja noch hunderte anführen könnten, und die alle unzweifelhaft bestätigen, daß unsere Erde alt, sehr alt ist, und lange, für unsere menschlichen Begriffe geradezu unendlich lange Zeiträume schon durchlaufen hat, bis sie so geworden ist, wie wir sie jetzt sehen.

Nur an die Petrefekten oder Versteinerungen möchten wir hier noch erinnern, d. h. an die Reste der Pflanzen und Tieren, die einst auf der Erdoberfläche gelebt haben, sodann im Schoß derselben während langer Zeiten zu Stein geworden sind und jetzt von uns aus den Kalk-, Sand- oder Thon-Lagern unserer (Sediment-) Gebirge wieder herausgeklopft werden. Eine genauere Untersuchung derselben hat zweifellos ergeben, daß diese einstigen Lebewesen keineswegs mit einander und zu gleicher Zeit die Erde bewohnt haben, also auch nicht gleichzeitig untergegangen sind, etwa, wie man früher meinte, in den Wogen der Sündflut; daß sie vielmehr sehr verschiedenen Perioden angehören, die einander ablösten und von denen jede einzelne eine ungemessene Zahl von Jahren und Jahrunderten gedauert hat.

Ebenso ist über allen Zweifel erhaben, daß diese Tiere und Pflanzen nicht, wie man ebenfalls früher meinte, irgend einer, plötzlich über unsere Erde hereingebrochenen Katastrophe (z. B. einer großen Flut, einem Erdbeben ꝛc.) zum Opfer gefallen seien, so zwar, daß wohl gar das gesamte Leben auf unserem Planeten wäre vernichtet gewesen und der Schöpfer jedesmal ein neues wieder hätte ins Dasein ge-

rufen. Derartige Anschauungen sind längst und mit vollem Recht als veraltet und kindisch aufgegeben. Hat ja doch eine richtige Forschung dargethan, daß im großen und ganzen auch in den früheren Perioden alles so glatt und ruhig und nach denselben Gesetzen verlief wie noch heute, daß, nachdem überhaupt einmal Leben auf Erden aufgetreten war, dasselbe niemals und nirgends mehr völlig verschwand, vielmehr sich *in stufenmäßigem Fortschritt und in ununterbrochener Kette vom Niederen zum Höheren weiter entwickelte.*

Dies der Grund, weshalb wir heutigen Tags auf unserem Planeten die höchsten und vollkommensten Geschöpfe haben, die aber auf den Schultern all ihrer Vörgänger bis auf die ersten zurück, und mit allen in lebendigem, ja wohl genetischem Zusammenhang stehen. Auf Grund dieser Thatsachen hat man sodann verschiedene solche Perioden oder „*Zeitalter*" der Erde oder, wenn man ihre uns erhaltenen Ablagerungen ins Auge faßt, verschiedene *Formationen* auseinandergehalten, und hiezu haben eben in erster Linie die Petrefekten das Material geliefert. Ist es doch Thatsache, daß man in den ältesten dieser „Formationen" (Gesteinsbildungen) lediglich Spuren von Tieren und Pflanzen trifft, die zu den allerniedersten im zoologischen und botanischen System gehören, wogegen die späteren und jüngeren Gesteine Formen einschließen, die sich der jetzigen Lebewelt schon mehr nähern, die allerjüngsten Schichten aber die Reste von Tieren und Pflanzen enthalten, welche den jetzt lebenden fast aufs Haar gleichen, manchmal sogar sich überhaupt nicht von ihnen unterscheiden lassen. Und umgekehrt wieder lassen uns die jeweiligen Funde solcher Versteinerungen den sicheren Schluß zeihen auf das (ungefähre) Alter der betreffenden Gesteinsschichten, denen wir sie entnommen haben.

Klopfen wir beispielsweise aus irgend einem Kalkstein ein Ammonshorn heraus, so wissen wir nach dem Stand

unserer heutigen Kenntnisse sicher, daß der Träger dieser Schale dereinst während des sogenannten „Mittelalters" der Erde auf ihr gelebt; je nach der Gattung und Gruppe, der das Stück angehört, können wir sogar noch bestimmter sagen, daß er entweder zur sogen. Kreide- oder zur Jura- oder auch schon zur Triaszeit sein Dasein geführt haben muß.

Die Wissenschaft, die sich mit diesen Fragen beschäftigt, heißt die Geologie oder Erdgeschichte, und da es, wie uns dünkt, für jeden, der sich über die Gesteinsarten auch nur eine oberflächliche und laienhafte Kenntnis verschaffen will, unerläßlich ist, daß er wenigstens die geologischen Grundgedanken und Hauptthatsachen sich eingeprägt hält, so erachten wir es für angezeigt, auch noch kurz einen Überblick zu geben über

Kapitel IV

Entstehung und geschichtliche Entwicklung unserer Erdkruste bis zur Gegenwart,

oder, wie wir uns auch ausdrücken können, über die sogen. Formationen, die der Reihe nach über sie hingegangen sind und ihre Daseinsspuren eben in den Gesteinen dieser Bildungszeiten uns hinterlassen haben.

Es liegt in der Natur der Sache, daß man solcher Formationen mehr oder weniger zählen kann; es handelt sich ja nur darum, wie man sie zählt, d. h. ob man größere oder kleinere Gruppen zusammennimmt. Glücklicherweise kommt's aber hier auch auf Zahl und Namen gar nicht wesentlich an, und wenn daher die verschiedenen Handbücher der Geologie in dieser Hinsicht gewaltig auseinander gehen, so macht das für die Sache selbst sehr wenig aus. Doch hat man sich neuerdings gewöhnt, von 3 Hauptperioden zu reden betreffend die Entwicklungsgeschichte der Erde, heißt das von

da an, wo man das Auftreten lebender Wesen auf ihr nachweisen kann. Man pflegt in dieser Hinsicht von der alten Zeit, vom Mittelalter und von der Neuzeit unserer Erde zu reden und drückt das eben im Hinblick auf die jeweils darin vorkommenden Lebewesen der Einfachheit halber mit dem griechischen Wort paläozoisch (Zeit des alten Lebens), mesozoisch (Zeit der mittelalterlichen Lebewesen) und kaenozoisch (Zeit der neueren und jetzt noch lebenden Geschöpfe) aus.

So hätten wir also zunächst 3 große Zeit- oder Weltalter, in welche sich die Erdgeschichte verteilt, seit lebende Wesen auf ihr sich finden. Nun ist aber nicht bloß die Annahme wahrscheinlich, sondern wird auch durch eine Reihe weiterer, eigenartiger Sedimentschichten zur Gewißheit erhoben, daß lange, bevor Leben auf Erden sich zeigte, Wasser- und Feuergesteine gebildet wurden, und so kommt zu jenen dreien noch ein weiteres, viertes Zeitalter hinzu, geht beziehungsweise denselben voran, das ist die sogen. archäische oder „uralte" Periode, eine Zeit, während welcher jedenfalls das Wasser bereits sein Spiel trieb, vielleicht auch die ersten Lebenskeime sich schon entwickelten; nur daß dieselben keine Spur von sich zurückließen, weil jene ersten Geschöpfe wahrscheinlich aus bloß weichem Stoff bestanden, der selbstverständlich völlig wieder zu Grund ging.

Außerdem lassen sich wenigstens die 3, kurzgesagt „Lebenszeitalter" selbst wieder in Unterabteilungen bringen, die je nach Neigung und Bedürfnis des betreffenden Forschers vermehrt oder vermindert werden können. Wir wollen einmal jede dieser Perioden wieder in drei Glieder spalten und noch eines dazufügen, so bekommen wir dann im ganzen die leichtbehältliche runde Zahl „10". Diese, sagen wir 10 Formationen aber sollte jeder, der sich mit Geologie abgiebt, als unentreißbares Eigentum im Kopf haben, und zwar so, daß es .nicht bloß toter Gedächtnisstoff für ihn ist und er die

Namen der Reihe nach pünktlich hersagen kann, sondern daß ihm sofort bei jedem Namen auch die Umrisse und der Charakter der betreffenden Erdperiode, die der Name bezeichnet, vor der Seele stehen; die 10 Namen, die wir dann gleichzeitig mit den 3 Hauptperioden in Verbindung bringen, wären folgende:

I. paläozoische Zeit.

1. Silur, 2. Devon, 3. Carbon (Steinkohle), 4. Dyas (oder Perm).

II. mesozoische Zeit.

5. Trias, 6. Jura, 7. Kreide.

III. kaenozoische Zeit.

8. Tertiär, 9. Diluvium, 10. Alluvium.

Was die letzte der 3 Hauptgruppen betrifft, so hat man vielfach unsere Nr. 9 und 10 zusammengenommen, weil schon in der Diluvialzeit das Dasein des Menschen nachgewiesen ist, mit dem Auftreten dieser „Krone der Schöpfung“ auf unserem Planeten aber allerdings eine ganz neue Phase desselben beginnt. Gleichzeitig hat man dann aber die „Tertiärzeit“ (Nr. 8) in zwei einzelne Perioden gespalten, was man bei der offenbar ungemein langen Gesamtperiode auch ganz wohl thun kann. Man muß das dem einzelnen überlassen, und es ist in der That eine Art Geschmackssache, wie jeder gruppieren und zählen will. Sind ja doch die einzelnen Perioden, die Haupt- wie die Unterabteilungen, überhaupt nicht in der Art von einander zu trennen, wie es unser schablonenhaftes Zahlensystem uns nahezulegen scheint. In Wahrheit und wie sich bei Betrachtung der Dinge in der Natur selbst deutlich zeigt, geht stets die eine Formation unmerklich in die andere über; denn „die Natur macht keine Sprünge“ und hat nie solche gemacht.

Bleiben wir also bei der vorhin gegebenen Zehnteilung

stehen bezüglich der 3 Hauptperioden, lassen wir aber gleichzeitig dem oben Gesagten gemäß noch eine vierte, die archäische, vorangehen, so kommen wir, wenn wir nun eine ganz kurze Übersicht über jede einzelne geben wollen, zu folgender Charakterisierung dieser einzelnen Zeiten.

I. Erstes Zeitalter der Erde oder die archäischen Formationen.

Die während dieser Zeit auf der Erdoberfläche abgelagerten, und zwar zweifelsohne im Wasser abgelagerten (also echten Sediment-) Gesteine sind die sogen. krystallinischen Schiefer, die man wieder, und zwar auch zeitlich in Gneis, Glimmerschiefer und Urthonschiefer (oder sogen. Phyllite) auseinander legen kann, so nämlich, daß erstere die ältesten, letztere die jüngsten wären. Während der Bildung dieser letzteren, der sogen. Phyllite, dürfte denn auch erstmals das Leben auf unserem Erdball aufgetaucht sein, nur daß seine Anfänge in wahrscheinlich ewiges Dunkel für uns gehüllt bleiben. Zur Zeit, da Gneis und Glimmerschiefer (nebst dessen Verwandten) sich bildeten, war dagegen die Temperatur auch des Wassers, aus dem diese Gesteine sich absetzten, noch so hoch, daß ein lebendes Wesen nicht darin existieren konnte.

Dagegen unterliegt es keinem Zweifel, daß auch damals schon, d. h. im archäischen Zeitalter so gut wie in allen folgenden, gleichzeitig mit der Bildung von Wassergesteinen eine solche von Feuergesteinen stattgefunden hat. Denn während die Wasser ihre Niederschläge auf dem Grund absetzten, öffneten sich anderwärts und gleichzeitig mit jenen Sedimentbildungen, ganz wie noch heute, Spalten in der Erdrinde, aus welcher (plutonische) Massen hervorquollen, die wir nun zusammen mit den Sedimentgesteinen da und dort antreffen.

Es gehört hieher vor allem der Granit, Syenit

und Diorit und zwar so, daß wir auch bei diesen dreien zeitlich scheiden und jedes dieser drei Feuergesteine mit den zeitlich zu scheidenden Wassergesteinen dieser Periode in Beziehung setzen können.

Das erste oder archäische Zeitalter würde sich danach selbst wieder seinen Formationen gemäß einteilen lassen in

a) die Bildungszeit der Gneise, während welcher dann zugleich der (ältere) Granit als Eruptivgestein sich gebildet hat; in die

b) Zeit der Glimmerschiefer (und ihrer Verwandten), während der hauptsächlich die Syenite aus dem Erdinnern hervorbrachen, und in die

c) Zeit der Phyllite (Urthonschiefer), in welche wahrscheinlich die Anfänge des Lebens zu versetzen sind, und während welcher zugleich die Diorite als Feuergestein ans Tageslicht kamen.

Nicht übel hat man neuerdings auch wieder einen alten Namen auf diese letzte Abteilung der archäischen Zeit übergetragen, wir meinen den Namen des „Übergangsgebirgs.“

Es soll das daran erinnern, daß man es hier mit dem Übergang vom anorganischen zum organischen Zustand auf Erden zu thun habe. Gleichzeitig mag hier beigefügt werden, daß nach dem heutigen Stand der Wissenschaft die Dauer dieser archäischen Zeit als sehr lang angenommen werden muß. Man glaubt, daß die Bildung der krystallischen Schiefer eine längere Zeit in Anspruch nahm, als alle 3 folgenden Zeitalter der Erde zusammen.

Wenn wir nun zur Charakterisierung von diesen übergehen, die recht eigentlich „Lebenszeitalter“ genannt werden können, weil hier erstmals deutliche Spuren von Lebewesen von uns beobachtet werden, so beginnen wir diese Reihe, vor allem die aufsteigende Entwicklung der Lebewesen ins Auge fassend, mit dem

II. Zweiten Zeitalter der Erde oder den paläozoischen Formationen (Zeit des alten Lebens).

Diese Hauptperiode teilt sich dann wieder, wie oben schon angegeben, in 4 Untergruppen: die Zeit 1) des Devon, 2) des Silur, 3) der Steinkohle (Carbon)*) und 4) des Perm (oder der Dyas). Im großen und ganzen können wir diese Gesamtperiode als die Blütezeit der Algen und Gefäßkryptogamen in der Pflanzen-, und der alten Korallen, Seelilien und Krebse (Trilobiten) in der Tierwelt bezeichnen, und fügen nur noch bei, daß wir es in den aus jener Zeit uns erhalten gebliebenen Sedimentgesteinen fast ausschließlich mit Meeresbildungen zu thun haben. Nur die Steinkohle macht eine Ausnahme und weist da, wo wir sie finden, auf einstige Sumpflandschaften hin.

Als die neben den Flötzbildungen herlaufenden Feuer- oder Massengesteine, die sich während der paläozoischen Periode und gleichzeitig mit jenen gebildet haben, sind für die erste Hälfte noch immer die schon genannten (jüngeren) Granite, Syenite und Diorite, für die zweite Hälfte dagegen die Melaphyre und Quarzporphyre (sogen. Grünsteine) zu nennen. In den Sedimenten selbst herrschen noch, was die Gesteinsarten betrifft, kieselhaltige Quarzgesteine, Grauwacken und Schiefer vor. Die einzelnen Unterabteilungen dieser Periode dagegen wären kurz etwa folgendermaßen zu charakterisieren:

1) Die Silurzeit**), in welcher die Urthonschiefer allmählig in gewöhnliche Thonschiefer oder in Kalkge-

---

*) Carbo lat. „Kohle".

**) Silur und Devon sind englische Provinzialnamen, weil in den betreffenden Gebieten Englands die betreffenden Formationen besonders gut entwickelt sind und auch erstmals wissenschaftlich erforscht wurden.

steine übergehen, zeigt uns die Blütezeit der Trilobiten (Krebse), Graptoliten (Korallen) und Nautiliden. Armfüßer und Seelilien entwickeln sich, das Reich der Wirbeltiere beginnt mit dem ersten Panzerfisch. Im allgemeinen haben wir lauter höchst fremdartige, den heute lebenden durchaus fernstehende Tierformen; von Pflanzen nur Meeresgewächse und zwar ebenfalls die niedersten, die wir kennen: die Algen.

2) Die Devonformation ist recht eigentlich die Blütezeit der Panzerfische, sowie der alten Korallen und Armfüßer. Trilobiten und Graptoliten sterben aus, die ersten Landpflanzen (niedere Kryptogamen), beginnen.

3) Das Carbon oder die Steinkohlenzeit zeigt, wie schon der Name andeutet, auf dem Land üppigstes Wachstum von Gefäßkryptogamen (Schachtelhalme, Bärlappe, sogen. Schuppen- und Siegelbäume, alles riesenhaft gegenüber den heutigen Vertretern dieser Geschlechter), dazu erstes Auftreten von Amphibien (Echsen) und Insekten; die Meere dagegen wimmelten von gewissen Seelilienarten, die eben hier zu höchster Entfaltung gelangten.

4) Die Dyas-*) (oder Perm-) Formation bringt ein allmähliges Erlöschen der paläozoischen Formen im Tier- wie im Pflanzenreich, und ebendamit den Übergang zu einem neuen Weltalter, das z. B. durch das erstmalige Auftreten der Reptilien (Kriechtiere) eingeleitet wird.

Gehen wir also weiter zu diesem, nämlich zum

---

*) Dyas (griech.) die „Zweiheit" heißt diese Formation, weil das sogen „Rotliegende" von dem darüber folgenden (Kupferschiefer und) „Zechstein" getrennt werden muß; „Perm" ist ein russischer Lokalnahme, weil die betreffenden Schichten in jener Provinz besonders gut entwickelt sind.

III. dritten Zeitalter oder den mesozoischen Formationen (Zeit des „mittleren Lebens“ oder Mittelalter der Erde), so zeigt sich das Neue in der Pflanzenwelt durch Zurücktreten der Gefäßkryptogamen, an deren Stelle die Koniferen (Nadelhölzer) und zuletzt sogar Laubbäume treten. Erstere zeigen während dieser Periode den Höhepunkt ihrer Entfaltung. Im Tierreich treten an die Stelle der alten, fremdartigen solche Geschöpfe, die den heute lebenden schon weit näher stehen, z. B. im Reich der Korallen und Seeigel. Im übrigen herrschen auch noch Geschlechter, die jetzt völlig ausgestorben sind, wie Ammoniten und Belemniten, die nebst den Fischeidechsen oder Sauriern während dieser Periode ihre Blütezeit haben. Unter den Fischen treten jetzt erstmals auch Knochenfische (Teleostier) auf, ebenso die ersten Vögel und sogar Säugetiere.

Die Sedimentgesteine dieser Zeit zeigen vorherrschend Kalk-, Sandstein- und Thongebilde, Feuergesteine spielen fast gar keine Rolle. Die Periode scheint in dieser Hinsicht höchst ruhig verlaufen zu sein.

Was die einzelnen Glieder der mesozoischen Periode betrifft, so zeigt zunächst

5) die Trias („Dreiheit“, weil aus den drei Hauptformationen: Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper bestehend) einen merkwürdigen Wechsel von Meer- und Landbildungen. Unter den Echsen herrschen auf dem Land zur Keuperzeit die gewaltigen Belodonten und Zanclodonten, im Meer die Nothosaurier vor; in der Pflanzenwelt entwickeln sich die Schachtelhalme zu riesigen Formen. Gegen Schluß der Trias kommen ächte Ammoniten und die ersten Säugetiere (Nager- und Beuteltierformen). Es folgt

6) die Jurazeit mit der Blüte der Ammoniten

und Belemniten, der meerischen Fischeidechsen (Saurier), Korallenriffe und Seeschwämme, die teilweis ganze Berge zusammensetzen. Das Gesteinsmaterial ist vorherschend Kalk und Thon, in der Trias dagegen Sandstein, Dolomit und Gips (Salz). Wahrscheinlich beginnt auch jetzt schon das Auftreten klimatischer Zonen auf der Erdoberfläche, das sicher nachgewiesen ist in der nächsten Periode, der sogen.

7) Kreidezeit. Der Name darf nicht täuschen, sowenig als derjenige des „Jura“. Wollte der Laie letzteres so verstehen, als wäre dabei nur an diejenigen Gesteine zu denken, die das sogen. Juragebirge zusammensetzen (in der Schweiz, in Schwaben und Franken), so wäre er gründlich auf dem Holzweg. „Jura“gestein im geologischen Sinn des Worts ist alles dasjenige, was sich auf der ganzen Erdoberfläche von Sedimenten zur Jurazeit gebildet hat. Genau so steht es mit der „Kreide“.

Wohl rührt der Name von jener weißen „schreibenden“ Kreide her, die von der Insel Rügen, von der Südküste Englands (daher „Albion“, das „weiße“), von Belgien und sonsther bekannt ist; diese Kreidefelsen bilden aber nur die alleroberſten Schichten derjenigen Ablagerungen, die während der „Kreidezeit“ (wieder im geologischen Sinn des Worts) entstanden sind. Zu letzterer gehören auch Sandsteine (z. B. die Berge der „sächsischen Schweiz“), Kalke und Dolomite, die unter Umständen grau und schwarz aussehen können (z. B. oft genug in den Alpen), gerade wie im „Jura“ auch Sandstein und dunkelfarbiger Thon vorkommt (schwäbischer Lias). Umgekehrt kann dasjenige Gestein, das wir petrographisch gesprochen „Kreide“ heißen, d. h. jenes weiße, weiche, färbende kohlensaure Kalkgebilde, das „kreidig“ sich anfühlt, auch in anderen Formationen vorkommen, als in derjenigen der „Kreide“, das Wort geologisch genommen, und kommt vor (z. B. im Tertiär Oberschwabens, im Diluvium

unserer Höhlen als „Bergmilch" u. s. w., wovon unten mehr).

Die Kreidezeit selbst in geologischem Sinne des Worts zeigt wieder sehr charakteristisch in ihrer fossilen Fauna und Flora das allmähliche Erlöschen der mesozoischen Tier- und Pflanzengeschlechter (die Ammoniten und Belemniten, die Saurier und Flugechsen sterben aus; „sie kamen zu tief in die Kreide, singt Scheffel, da war's mit ihnen vorbei"). Dafür treten hier erstmals dikotyle Laubbäume auf; auch bilden sich die klimatischen Zonenunterschiede auf Erden immer deutlicher heraus. Das alles deutet den Übergang an (aber auch hier wieder ohne jeglichen Sprung, vielmehr ganz allmählig) zum

IV. vierten Zeitalter der Erde, den sogen. känozoischen Formationen

(Zeit des „neuen" Lebens), wiederum mit zwei, beziehungsweise drei Unterabteilungen, dem sogen. Tertiär und dem Zeitalter des Menschen („anthropozoische Formation" d. h. Diluvium und Alluvium zusammengenommen). Der Hauptcharakter der ganzen Periode selbst besteht kurz darin, daß nunmehr, namentlich im Vergleich zur mesozoischen Zeit die klimatischen Zonenunterschiede schon vollständig entwickelt, auch die Tier- und Pflanzenwelt nach und nach zu derjenigen Gestaltung gelangt sind, wie wir es heute noch haben. Unter den Wirbeltieren nehmen die höchststehenden, die Säuger, jetzt unstreitig den breitesten Raum ein, wie unter den Pflanzen die dikotyletonischen Laubhölzer.

Wir haben also erstmals wirkliche Wälder in unserem Sinne des Worts, die zum Teil so üppig gediehen, daß ihre Reste bei günstigen Verhältnissen (in Sumpf-

boden) abermals Anlaß zu Kohlenbildung (Braunkohle) gaben. Die Vögel sind auf einmal in einem großen Reichtum von Arten vertreten, unter den Reptilien haben Schlangen, Schildkröten und Frösche den Platz der jetzt verschwundenen mesozoischen Saurier eingenommen. Statt der ausgestorbenen Ammoniten und Belemniten wimmelm die känozoischen Meere von Schnecken und Muscheln, wie sie heute noch leben; die mesozoischen Schuppenfische werden von den höher stehenden Knorpel- und Knochenfischen ersetzt. Schließlich tritt der Mensch, „die Krone der Schöpfung", auf den Schauplatz: so bildet sich mehr und mehr das heutige „Antlitz der Erde" heraus, das aber nur denkbar ist als Schlußglied aller vorhergehenden Formationen, die erst durchlaufen sein mußten. Noch sei daran erinnert, daß in diesem letzten Zeitalter der Erde und bis in die Gegenwart fortgehend neben den Sedimentbildungen wieder gewaltige Ausbrüche und Erzeugung von Feuergesteinen hergehen. So sind z. B. — offenbar nach langer Ruhepause — zur Tertiärzeit die Phonolite der Eifel, des Hegaus und der Auvergne, die Basalte der schwäbischen Alb und der Rhön, die Trachyte des Ries- und Siebengebirgs auf diesem Wege entstanden; und daß es heute noch überall unter der Erdoberfläche pfupfert und brodelt, ist ja eine allgemein bekannte Thatsache.

Sehen wir uns auch hier noch die Hauptperioden im einzelnen an, so zeigt

8) die sogen. Tertiärzeit*) (wir übergehen hier die

*) „Tertiär" die „dritte" Stufe der Erdentwicklung; der Name ist noch beibehalten aus dem Wörterbuch früherer Geologen, die sämtliche Gesteinsbildungen unserer Erde in drei Stufen, das Primär- oder Urgebirge, das Sekundär- oder die zweite Formation (vom Silur bis zur Kreide) und das „Tertiär" oder die „dritte" Periode einzuteilen pflegten.

Unterglieder des Eocän, Miocän und Pliocän, oder wie man sie sonst genannt hat) erstmals die Bildung großer zusammenhängender Festlandsmassen (Kontinente) mit vollständig ausgesprochenem Unterschied der klimatischen Zonen. Auf diesen Kontinenten tummelt sich ein Heer von Säugetieren, insbesondere riesige Dickhäuter (Mastodon, Nilpferd, Nashorn 2c). Die Pflanzenwelt nimmt nach und nach ganz die Gestalt unserer jetzigen Kräuter, Gesträuche und Bäume an. In den Meeren bauen Korallen ihre Riffe, aber nicht mehr diejenigen der mesozoischen und paläozoischen Zeit, sondern solche, wie sie in warmen Meeren noch jetzt leben. Das Klima war übrigens zur Tertiärzeit in unseren Breiten entschieden milder als im heutigen Europa (Palmen, Lorbeer- und Kampherbäume, Affen und Schildkröten auf der schwäbischen Alb!). Das wird auf einmal anders mit der nächsten Periode, dem sogen.

9. Diluvium oder der Eiszeit. Der letztere Name besagt schon, daß ein gewaltiger Temperaturrückgang eingetreten sein müsse. In der That war damals (hauptsächlich infolge der Erhebung der Alpen und übrigen Kettengebirge, die wir uns um etwa $^1/_3$ höher zu denken haben als heute, sowie infolge einer anderen Verteilung von Wasser und Land) das ganze nördliche Europa, Amerika und Asien in einen Eismantel gehüllt. Die Gletscher der Alpen reichten bis nach Schwaben, Frankreich und Oberitalien hinein u. s. w.

Trotzdem darf man sich's keineswegs so vorstellen, als ob alles Leben im Eis begraben gewesen wäre. Im Gegenteil, neben den Gletschern fanden sich, wie heut noch in Neuseeland und Südamerika, Wiesen und Wälder, in denen eine große Anzahl von Säugetieren sich aufhielt. Der König derselben in unseren Ländern war zweifelsohne das Mammut, der riesige Elefant der Diluvialzeit. Mit ihm lebte zusammen Höhlenbär und Renntier, Riesenhirsch, Elen

und Auerochs, und mit diesen auch zweifellos schon de Mensch, freilich noch auf der tiefsten Stufe der Bildung. So gelangen wir ganz unmerklich zum

10) Alluvium, d. h. zur Jetztzeit herüber, die freilich eigentlich nicht mehr Forschungsgebiet für den Geologen ist. Der hat von nun an dem Zoologen und Botaniker, dem Ethnographen, Anthropologen und Prähistoriker das Feld zu überlassen. Noch gehen übrigens selbstverständlich fortwährend genau so wie in allen früheren Perioden Veränderungen und Neubildungen auf der Erdoberfläche vor sich, nur daß wir dieselben jetzt mit unsern Augen betrachten können. Es gehören hieher z. B. die Bildungen der Dünen und Deltas an unsern Küsten, diejenigen des Torfs und Kalktuffs in Sümpfen und Quellen, es gehört weiter her die hauptsächlich durch den Wind verursachte Anhäufung von Lehm und Löß, die Auswaschung unserer Thäler und Abtragung unserer Berge, die Quellniederschläge und vulkanischen Erzeugnisse u. s. w. Doch, wie gesagt, das alles geht uns hier nichts mehr an.

Um so mehr dagegen haben wir, nachdem wir jetzt so zu sagen im Flug von der Zeit des ältesten Lebens auf Erden, der Herrschaft des seltsamen Krebsgetiers in Silur und Devon (der Trilobiten) bis zu derjenigen des Menschen vorwärts gedrungen sind, um so mehr haben wir daran zu erinnern, daß alle diese verschiedenen Erdperioden von der Urzeit bis zur Gegenwart uns Spuren ihres Daseins hinterließen und zwar eben in Gestalt des so überaus mannigfaltigen Gesteinsmaterials, das heute die Oberfläche unseres Planeten bedeckt. Nur natürlich darf man nicht meinen, daß dieses Material überall noch in derselben Weise und an demselben Ort jetzt zu finden sei, wo und wie es sich einst gebildet. Im Gegenteil, es giebt keine einzige Stelle auf Erden, welche noch die ursprüng-

liche Ablagerung zeigt, oder an der vollends alle die Schichten, die sich im Lauf der Erdgeschichte erzeugten, so über einander aufgebaut zu sehen wären, wie es etwa ein Normalprofil darstellen würde.

Das ist ja ganz richtig: vergegenwärtigen wir uns nochmals die Bildung der Gesteine in den verschiedenen Perioden durch Feuer und Wasser, so müßte eigentlich der Erdball oder wenigstens die Kruste desselben aus lauter schön über einander abgelagerten Schichten bestehen, am besten etwa einer Zwiebel vergleichbar, von der wir Haut um Haut abziehen können, oder die, wenn wir sie mitten durchschneiden, eine ganze Reihe gleichmäßig über einander gewachsener Lagen zeigt, die sich nach und nach um den Mittelpunkt hergelegt haben.

Ohne Frage, ein durch unsere Erde oder Erdrinde gemachter Idealquerschnitt muß, wenn man Großes mit Kleinem vergleichen darf, das nämliche Bild darbieten. Tief unten, um den uns ja freilich völlig unbekannten Erdkern gelagert, müssen diejenigen Gesteine zu suchen sein, deren Material die erste Erstarrungskruste der ursprünglich feurig-flüssigen, nach und nach aber durch Abkühlung festgewordenen Oberfläche des Planeten darstellt, sagen wir also etwa die Gneise.

Nachdem dann die Abkühlung soweit fortgeschritten war, daß das zuvor in Dampfform über der Erde schwebende Wasser als Regen auf diese niederströmte, nagten diese jetzt vorhandenen Wasser beständig an der festen Kruste und setzten, sowohl chemisch als mechanisch arbeitend, eine Schichte von Schlamm, Sand und Thon auf derselben nieder: das wäre dann das erste und älteste Sedimentgestein, das wir hätten, heißen wir's etwa das silurische.

Dieser Prozeß ging natürlich durch alle folgenden Perioden ohne Unterbrechung fort, und jede derselben erzeugte eine neue Gesteinsschichte, so zwar, daß stets die jüngere über der

älteren, den Jahresringen eines Baumes vergleichbar, sich herlegte. Da aber gleichzeitig in jeder Periode auch wieder vulkanische Ausbrüche aus dem Erdinnern stattfanden, so muß auch deren Material, das verschiedenartige Feuer- oder Massengestein, sich jenen Sedimentschichten angefügt haben, und zwar so, daß mit dem Gneis der Granit, mit den Ablagerungen der paläozoischen Zeit die sogen. Grünsteine, mit denen der mesozoischen etwa noch Melaphyre, mit den känozoischen Basalte und Trachyte Hand in Hand gingen.

Wir müßten also, wenn alles heute noch normal läge, den Granit stets mit Gneis oder Glimmerschiefer, den Basalt stets mit tertiären Sedimentgesteinen vergesellschaftet finden u. s. w.

So sollte es sein; so ist's aber thatsächlich nicht und nirgends auf der Erdoberfläche. Gar nirgends treffen wir auf ihr, wie schon angedeutet, die Erzeugnisse aller Perioden über einander gelagert an; bald fehlt dieses und bald wieder jenes Gestein in der Reihe. So kann z. B. der Jura hart über Silur oder Devonkalk, es können tertiäre Schichten unmittelbar auf der Steinkohle liegen u. dgl. Das läßt sich nun alles noch unschwer verstehen; denn das Tertiär ist ja jedenfalls jünger als die Steinkohle, und wir können ganz wohl annehmen, daß an manchen Stellen die Erdoberfläche von der Kohlenzeit an bis zum Tertiär trocken blieb.

Wir müssen fast notwendig die Sache uns so vorstellen, daß von Anfang an, gerade wie es noch heute ist, Wasser und Land neben einander auf Erden bestand, eben weil die Erde von Urzeit an Höhen- und Tiefenunterschiede zeigte. Mit anderen Worten, es wird zu der Zeit, da z. B. das Jurameer in Mitteleuropa flutete, das heutige Böhmen und Skandinavien bereits Festland gewesen sein, wir können also auf dem Gneis oder Granit dort keine Juraablagerungen erwarten. Wenn aber in einer späteren Periode, wie dies thatsächlich zur Tertiärzeit der Fall war, infolge von Sinken

des Landes wieder Meer über jene Länder sich legte, so müssen wir dessen Niederschläge in Gestalt von tertiären Sedimentgesteinen *unmittelbar* dem Urgebirg aufgelagert treffen. Wir machen bei all derartigen Thatsachen dann immer noch die beruhigende Erfahrung, daß wenigstens stets die *auflagernden* (Sediment-) Schichten *jünger* sind als die *darunter* befindlichen.

Aber *auch das trifft nicht überall zu.* Im Gegenteil, wir machen an unzähligen Punkten der Erdoberfläche die Beobachtung, daß zweifellos jüngere, d. h. später entstandene Gesteine *unter* älteren liegen, daß also z. B. Jurakalk von Devon- oder Silurgesteinen bedeckt sein kann. In den Alpen sehen wir die höchsten Gipfel des Zentralstocks (Berner Oberland, Gotthardtmassiv, Tiroler Zentralalpen) aus *Granit oder Glimmerschiefer zusammengesetzt.*

Die Flötz- oder Sedimentgesteine liegen scheinbar viel tiefer, denn diese bilden nördlich wie südlich die dem Zentralmassiv vorgelagerten sogen. Kalkalpen. Außerdem aber finden wir in diesem Hochgebirg und insbesondere in den letztgenannten Teilen desselben die verschiedensten Sedimentgesteine bald *hart neben-, bald kunterbunt durcheinander* gelagert, so daß man oft in weniger als einer Wegstunde über Jura-, Kreide-, und Tertiärschichten schreiten kann, denen dann gar noch Erzeugnisse *älterer* Formationen (Dyas und Karbongesteine) *aufgesetzt* sein können. Wenigstens *scheint* es dutzendmal so zu sein.

Das Bild aber, das in der genannten Weise die Alpen zeigen, ist im Grund genommen dasselbe, dem wir *auf der ganzen Erdoberfläche* begegnen, nur daß die Sache dort viel klarer und der unmittelbaren Beobachtung auch des Laien viel näher gerückt ist.

In Wahrheit gleicht also die Erdkruste, so *wie sie heute uns vorliegt,* mit ihren dutzenden über ein-

ander aufgebauten Gesteinsschichten keineswegs einer Zwiebel, deren Schalen, wie die Blätter eines Buchs, oder die Jahresringe eines Baums, normal oder gar horizontal über einander geschichtet liegen, vielmehr besteht der gesamte Mantel unserer Erde aus mosaikartig zusammengesetzten Bruchstücken aller möglichen Schichten, die schollenweise unter und übereinander geworfen und wieder durch eine Art Bindemittel zu einer Masse verkittet sind. Treffen wir ja doch thatsächlich die meisten unserer Flözgesteine keineswegs in wagrechter Lagerung an, finden vielmehr ihre Schichten in der denkbar mannigfaltigsten Weise gelagert, aufgerichtet und wieder an einander abgerutscht, gefaltet und verbogen, übergekippt und das unterste zu oberst gekehrt.

Derartige zweifellose Thatsachen müssen auch den Laien auf die Vermutung bringen, daß fast nirgends mehr auf Erden die Gesteine so und an dem Platze gelagert sind, wo sie sich ursprünglich abgesetzt haben, daß vielmehr im Lauf der Zeiten mit denselben gewaltige Veränderungen müssen vorgegangen sein.

Und das ist allerdings wiederum eine unumstößliche, durch hunderte von Beispielen erwiesene Thatsache. Gerade die Alpen aber mit ihren mächtigen Faltungserscheinungen haben uns auch zuerst einen Fingerzeig darüber gegeben, wie wir uns diese Veränderungen zu erklären und was wir als Ursache ihrer Entstehung uns zu denken haben.

Es ist über allen Zweifel erhaben und durch gar viele heute noch vor unsern Augen vor sich gehende Erscheinungen (Hebung und Senkung ganzer Kontinente und Ozeane, vulkanische Ausbrüche, Erdbeben u. dgl.) erwiesen, daß die Erdoberfläche fortwährend in einer gewissen Bewegung begriffen ist. Was aber heute geschieht, muß zu allen Zeiten auf ihr geschehen, ja in früheren Perioden mag's noch weit stürmischer

hergegangen sein als jetzt, da doch einigermaßen Ruhe eingetreten zu sein scheint.

Die Hebung unserer großen Kettengebirge z. B. (der Alpen, Anden, des Himalaja &c., aber auch des Jura, Schwarzwalds und der übrigen deutschen Mittelgebirge) hat zweifelsohne — das zeigen eben die Faltungen, Knickungen, Verbiegungen ihrer Schichten — während der sogen. Tertiärzeit, also in einer, geologisch betrachtet, noch gar nicht weit hinter uns liegenden Periode stattgefunden, und zwar wahrscheinlich eben infolge von allmählicher Fältelung der mehr und mehr zusammenschrumpfenden Erdkruste. Die Gebirge wären also nichts anderes als die Runzeln unserer nachgerade alternden Mutter Erde, wie wir oben schon angedeutet.

Dazu kommen dann natürlich noch eine Anzahl anderer Faktoren, welche auf das „Antlitz der Erde“ umgestaltend eingewirkt haben, also z. B. die fortwährende Abwaschung und Auslaugung durch Wasser, große Zusammenstürze im Erdinnern, gewaltige Sprünge und Brüche in der Rinde, infolge deren riesige Schollen an einander absanken, über einander hinglitten und durch einander geworfen wurden. Wir können dies vielleicht dem Laien am besten dadurch verständlich machen, daß wir ihn an eine Eisdecke erinnern, die sich nach Tauwetter zum zweitenmal über einen Strom gelegt hat. Eine nach dem ersten halb erfolgten Eisgang rasch eingetretene abermalige Kälte hat die bunt durcheinander gewürfelten Eisschemel wieder zu einer gleichartigen Masse verkittet, der man aber sofort bei genauerer Untersuchung ansieht, wie sie entstanden ist.

Eine derartige, in einzelne Schollen zersprengte und später wieder fest verkittete Decke stellt heute unsere Erdrinde dar, und Sache der Gelehrten ist es nun, den scheinbaren Wirrwarr dieses Schichtengebäudes zu lösen und überall die richtige Erklärung für sein Sosein aufzusuchen.



Fig. 12 Gefaltete Gesteinsschichten (England).

Ein paar Bildchen, die wir hier beifügen, bringen wohl wieder dem Leser die Vorgänge z. B. bei der Faltung der Alpen und die Erklärung für ihr heutiges Aussehen, rascher und leichter zum Verständnis, als seitenlange Abhandlungen darüber dies thun könnten. Man sehe sich in dieser Beziehung z. B. unsere folgenden Figuren 12—16 der Reihe nach etwas genauer an (S. 70—73).

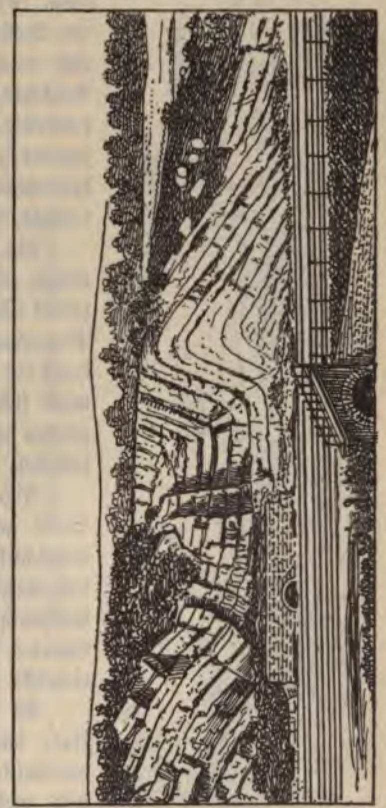


Fig. 13. Kohlenkalk bei Bleiberg.

Fig. 12 zeigt gefaltete Gesteinsbänke (die natürlich ursprünglich horizontal über einander abgelagert waren) aus einem englischen Kohlenrevier.

Fig. 13 giebt ein ganz ähnliches Bild (von gefalteten Kohlenkalkbänken) aus Bleiberg (in Kärnten).

Fig. 14 stellt das Profil der (gefalteten) Triasschichten bei Lunz (österreichisches Alpengebiet) dar, das zugleich zeigt, wie viel von diesen verschiedenen Schichten an der Oberfläche durch Erosion bereits weggeführt und wie überhaupt die Entstehung der heutigen Verhältnisse zu denken ist.

Fig. 15 und 16 zeigen dieselbe Sache an zwei Idealbildern, die eine Anzahl von (durch Faltung entstandenen) Sätteln und Mulden eines Gebirgszugs darstellen vor (Fig. 15) und nach (Fig. 16) der Erosion, welche jenen nach und nach sein gegenwärtiges Aussehen (wie eben Fig. 16 es darstellt) gegeben hat. Das Bild stammt aus der Zeitschrift des deutschen u. österreichischen Alpenvereins, Jahrg. 1893, Bd. XXIV.

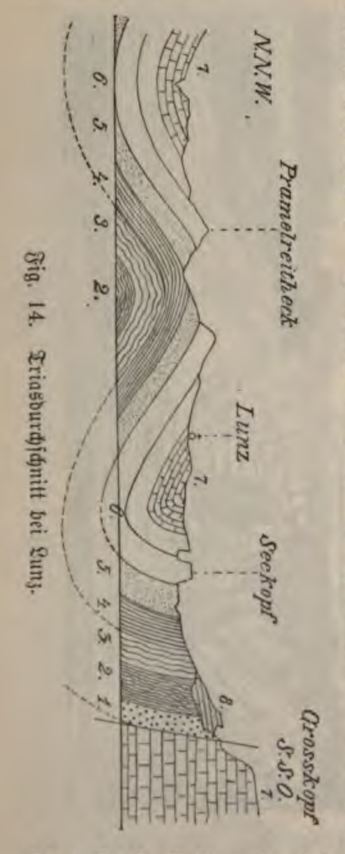


Fig. 14. Triasdurchschnitt bei Lunz.

Fig. 17 soll durch die Fältelung von ursprünglich horizontal über einander geschichteten Papierbogen (a), die der Seitendruck (b) erzeugt, andeuten, wie man sich diesen Vorgang im großen in der Natur etwa vorzustellen hat (S. 74).

Fig. 18 dagegen ist ein Stück gefälteten Phyllits, der angeschliffen die Fältchen der ursprünglich natürlich ebenfalls horizontal über einander gelagerten Thonschichten bis ins einzelste erkennen läßt (S. 75).

Es ist auch wohl von selbst klar, daß die verschiedene Art der Entstehung der Gebirge mehr und mehr deren späteres und jetziges Aussehen bedingen wird. Ist z. B. ein Gebirge durch Längsfaltung (Runzelung) der Erde ins Dasein gerufen, so wird es eben als Kettengebirge uns erscheinen (z. B. der Schweizer Jura). Bröckelt es nach und

nach infolge von Erosion ab (schwäbischer Jura von Nordwest gegen Südost) und bildet zugleich Terrassen, die über

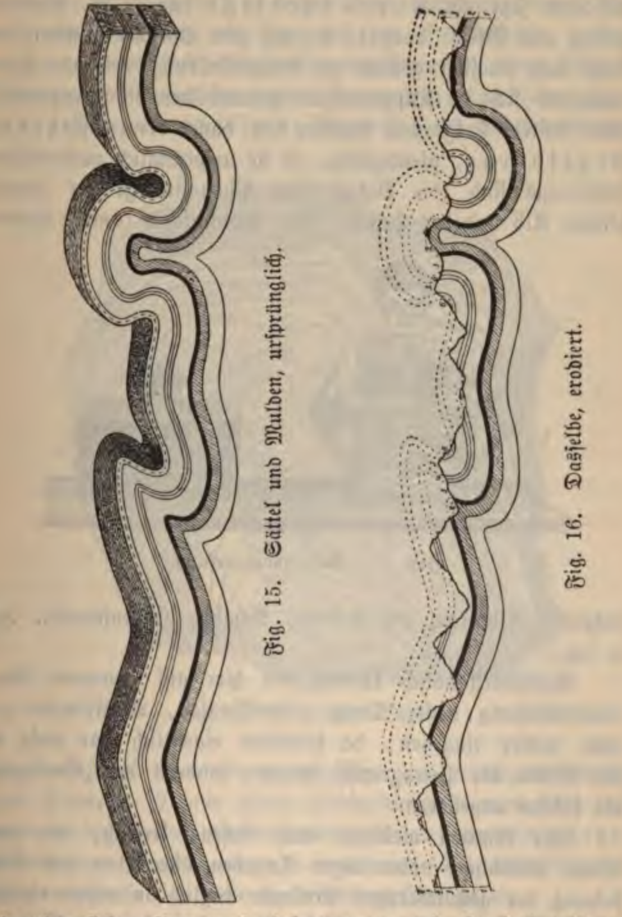


Fig. 15. Sättel und Mulden, ursprünglich.

Fig. 16. Dasselbe, erodiert.

einander sich aufbauen, so bekommt man ein Tafelgebirge (schwäbische Alb, Landschaft am Cap und sonst vielfach).

Haben sich dagegen infolge von vulkanischen Eruptionen eine Anzahl von Kegeln neben einander aufgetürmt, so stellen dieselben jetzt ein Kuppengebirge dar (z. B. Siebengebirg und Eifel); dasselbe kommt zum Vorschein, wenn infolge von Erosion gewisse zu Kuppenbildung neigende Formationen sich zu Kuppenreihen herausbilden (Schwarzwald). Eine weitere Folge von Erosion sind dann einzelstehende Kegelberge, gleichgültig, ob sie ursprünglich vulkanischen Ursprungs sind (die Basalt- und Phonolitberge der schwäbischen Alb und des Hegau) oder neptunischen (unsere isoliert



Fig. 17. Gebirgsverwerfung.

stehenden Albberge, wie Zollern, Achalm, Hohenstaufen, Ipf u. dgl.).

Selbstverständlich können wir hier auf genauere Auseinandersetzung dieser Dinge (Synklinalen, Antiklinalen 2c.) nicht weiter eingehen, da dieselben eigentlich gar nicht in das Gebiet der Petrographie hinein-, sondern der „Geologie" als solcher angehören.

Wir könnten vielmehr nach diesen, freilich, wie uns schien, unbedingt notwendigen Angaben über Bau und Entstehung der gegenwärtigen Erdkruste füglich an unsere eigentliche Aufgabe, nämlich die Beschreibung der einzelnen Gesteine gehen, die jene Kruste zusammensetzen; ein wirkliches Ver-

ständnis der letzteren erfordert aber doch noch ein paar weitere Vorbemerkungen.

Da erinnern wir in erster Linie nochmals daran, daß alle Gesteine, die wir jetzt auf der Erdoberfläche treffen, nichts anderes sind als die Erzeugnisse langer, aus früheren Perioden her stammender chemischer und mechanischer, physikalischer und physiologischer Prozesse, die Endresultate



Fig. 18. Gefältelter Phyllit

hundertfältiger Umwandlung nach Form und Inhalt, nach Größe und Schwere. Damit hängt gleichzeitig zusammen, daß uns weitaus die meisten Gesteinsarten als zusammengesetzte Körper vor Augen treten, eben weil die verschiedensten Elementarstoffe sich darin an einandergefügt haben.

In zweiter Hinsicht aber nötigen gerade diese Thatsachen dazu, unsere Gesteine in ihre letzten Stoffe wieder auf-

zulösen und darzuthun, aus was für Elementen denn eigentlich unser Erdball und seine Materialien bestehen.

Das führt uns auf eine ganze Anzahl von Hilfswissenschaften, ohne welche die Gesteinskunde (Petrographie) eigentlich gar nicht verstanden werden kann, und die auch der Geologe mehr oder weniger notwendig braucht.

So gehört hieher die Chemie, welche eben die Stoffe von einander scheidet und deren einfachste Substanzen (die sogen. chemischen Elemente) kennen lehrt.

Weiter kommt die Physik in Betracht, die uns lehrt, nach welchen Gesetzen die Stoffe sich scheiden oder gruppieren, desgleichen die Physiologie, die uns Kunde giebt von den Bedingungen und Gestaltungen des organischen Lebens auf Erden, und in welcher Weise dasselbe unter Umständen auch auf die anorganischen Gebilde verändernd einwirkt.

Ferner bedarf es der Mineralogie, welche die verschiedenen Gruppenbildungen der Elemente, die sogen. Mineralien aufzeigt, wie sie sich bei der Bildung der Erdrinde zusammengefügt haben.

Endlich spielt auch die Krystallographie herein, welche uns die Gesetze offenbart, nach denen die einzelnen Mineralien, wenn sie als Individuen oder Krystallgebilde vor uns treten, jeweils ihre bestimmte Form angenommen haben und fortwährend annehmen. Und wenn wir auch selbstverständlich hier auf das eigentliche Detail der genannten Wissenschaften weder eingehen können noch wollen, so müssen doch wenigstens die allerwichtigsten und obersten sei's Grundsätze sei's Resultate derselben dargelegt werden; sonst ist für den Laien auch nur ein oberflächliches Kennenlernen der ihm auf Schritt und Tritt aufstoßenden Gesteinsarten einfach nicht möglich.

Wir geben daher, bevor wir an unsere Hauptaufgabe gehen, noch in

Kapitel V

einen kurzen Überblick über die wichtigsten Thatsachen und Ergebnisse der einschlägigen Hilfswissenschaften,

und beginnen dabei mit

a) der Chemie,

von der wir uns zunächst die am häufigsten in der Natur vorkommenden Elemente oder Grundstoffe sagen lassen wollen. Es versteht sich wohl von selbst, daß wir nicht die ganze Reihe derselben aufzählen, die sich ohnedem fast Jahr für Jahr durch irgend ein neu entdecktes vermehrt, sondern daß wir uns mit den wichtigsten begnügen, die wir nun tabellarisch zusammenstellen und nach ihren Hauptnamen, Eigenschaften und wissenschaftlichen Zeichen übersichtlich ordnen, wie umstehend folgt:

Zahl	Namen deutscher	Namen lateinischer	Zeichen	spezif. Gewicht
	I. Metalloide, d. h. nicht metallische,			
	a) **gasförmige**			
1.	Sauerstoff	Oxygenium	O	1,1
2.	Wasserstoff	Hydrogenium	H	0,06
3.	Stickstoff	Nitrogenium	N	0,9
	b) **tropfbar flüssige**			
4.	Chlor	Chlorum	Cl	1,3
5.	Brom	Bromium	Br	2,9
6.	Fluor	Fluor	Fl	1,3
	c) **feste**			
7.	Kohlenstoff	Carbonium	C	2,4 im Graphit 3,5 im Diamant
8.	Jod	Jodum	J	4,9

Vorkommen und Haupteigenschaften.

zuweilen metallähnliche Grundstoffe.

farb-, geruch- und geschmacklos; nicht brennend, aber zum Brennprozeß notwendig; in allen „Oxyden“, in der Luft 23, im Wasser 88 Gewichtsteile enthaltend; mit allen Stoffen sich zu „Säuren“ verbindend.

farb-, geruch- und geschmacklos, $14^1/_2$mal leichter als die Luft; 11 H mit 89 O zusammen bilden das Wasser; brennt mit heißer Flamme und bildet mit Jod, Chlor, Brom, Fluor 2c. Säuren. Leichtester unter allen irdischen Stoffen.

farb- und geruchlos, nicht entzündlich; bildet 0,79 Volumenteile der Luft; ist für sich allein nicht atembar; kommt nur in Salpetersalz, in Steinkohlen und in Petrefakten (gebunden) vor.

grünlich gelbe Flüssigkeit, stößt erstickende Dämpfe aus, ist namentlich im Kochsalz enthalten, aber auch mit manchen Metallen verbunden, im Wasser löslich.

dunkelbraune Flüssigkeit, sparsam im Meerwasser, ebenso in manchen Mineralquellen, sowie mit Steinsalz zusammen.

farbloses Gas, das aber auch in flüssigen Zustand gebracht werden kann, bildet mit Wasserstoff Flußsäure, mit Calcium Flußspat, Topas 2c., und greift alle Geräte aus Metall, Thon und selbst Glas durch seine Schärfe an.

schwarz oder farblos; verbrennt zu Kohlensäure, welche oft auch als Gas der Erde entströmt; ist in der Luft in veränderlicher Menge enthalten und vielfach mit Kalk verbunden. Hauptbestandteil der Stein- und Braunkohle. Ist dimorph (zweigestaltig): Graphit und Diamant.

eisenschwarz und metallglänzend, findet sich im Meerwasser, in manchen Mineralquellen, und verbindet sich mit manchen Metallen.

Zahl	Namen		Zeichen	spezif. Gewicht
	deutscher	lateinischer		
9.	Phosphor	Phosphorus	P	1,7
10.	Schwefel	Sulphur	S	2
11.	Kiesel	Silicium	Si	2,4
	II. Metalle. a) leichte			
12.	Thonerden-metall	Aluminium	Al	2,5
13.	Bittererde-metall	Magnesium	Mg	1,7
14.	Kalkmetall	Calcium	Ca	1,5
15.	Schwererde-metall	Baryum	Ba	2,6
16.	Natronmetall	Natrium	Na	0,9

Vorkommen und Haupteigenschaften.

gelblich weiß, biegsam, leicht entzündlich, zu Phosphorsäure verbrennend, kommt nie rein in der Natur vor, meist als Säure, ebenso an Kalk, Baryt, aber auch an Metalle gebunden.

gelb, durchscheinend, mit blauer Flamme und erstickendem Geruch verbrennend, findet sich verbunden mit Metallen (als „Kies“, „Glanz“, „Blende“), auch mit Kalk ꝛc. (Gips), ebenso in Mineralwassern ꝛc.

amorphes, braunes Pulver oder krystallisiert, bildet mit O zusammen Kieselsäure, die hauptsächlich im Quarz vorkommt, ist unschmelzbar und unverbrennbar, einer der allerverbreitetsten Stoffe.

zinn- oder silberweiß, dehnbar, mit andern Metallen Legierungen annehmend; neuerdings technisch wichtig geworden als besonders leichtes Metall. Mit Sauerstoff zu Thonerde verbunden, überall verbreitet; für sich allein in den Hauptedelsteinen (Korund, Granat), meist auch mit Kieselerde verbunden in den Silikatgesteinen.

zinnweiß, mit O verbunden als Magnesia (Bittererde), besonders häufig im Dolomit, mit Schwefelsäure zusammen Bittersalz bildend.

schönes gelbes Metall, geschmeidig, eines der gemeinsten Stoffe auf Erden, aber stets an andere Stoffe (Kalk, Gips, Dolomit) gebunden, auch in tierischen und pflanzlichen Körpern verbreitet.

gelblichweiß, dehnbar, oxydiert rasch an der Luft, findet sich, hauptsächlich mit Schwefel verbunden, im Schwerspat.

weich, silberweiß, knetbar wie Wachs, findet sich hauptsächlich, mit Chlor verbunden, im Kochsalz; auch in den Pflanzen am Seestrand, sowie in tierischen Körpern; mit Kohlensäure in Soda, mit Schwefelsäure im Glaubersalz.

Zahl	Namen		Zeichen	spezif. Gewicht
	deutscher	lateinischer		
17.	Kalimetall	Kalium	K	0,8
	b) schwere			
18.	Zink	Zincum	Zn	7
19.	Zinn	Stannum	St	7,2
20.	Blei	Plumbum	Pb	11,4
21.	Mangan (Braunstein-metall)	Manganium	Ma	7
22.	Eisen	Ferrum	Fe	7,6
23.	Nickel	Nicolum	Ni	8—9
24.	Kupfer	Cuprum	Cu	9
25.	Quecksilber	Hydrargyrum	Hg	13,5
26.	Silber	Argentum	Ag	10,5
27.	Gold	Aurum	Au	19,3
28.	Platin	Platinium	Pt	21,3

Vorkommen und Haupteigenschaften.
wie das vorige; findet sich in aller Pflanzenasche, selten in tierischen Körpern, häufig im Kalisalpeter; in gewissen Feldspat- und Glimmersorten, sowie deren Zersetzungsprodukten (Thonen).
bläulich weiß, gediegen selten (im Basalt eingeschlossen), am häufigsten im Galmei, Blende mit Schwefel verbunden.
silberweiß, dehnbar, selten gediegen, meist mit O verbunden als Zinnstein, mit Schwefel als Zinnkies, mit Kieselsäure im Stannin.
bläulich grau, sehr weich, dehnbar, rasch oxydierend, hauptsächlich mit Schwefel verbunden als „Bleiglanz“, nie gediegen in der Natur.
eisengrau, zäh, hart; oxydiert sehr schnell an der Luft und kommt daher in der Natur nie gediegen vor, dagegen sehr häufig mit andern Metallen, ebenso mit Kalk, Schwefel 2c. verbunden; einer der verbreitetsten Stoffe.
das gemeinste Metall, nur in Form von Meteoreisen gediegen; von ihm rühren fast alle Farben im Mineralreich her.
fast silberweiß, hauptsächlich mit Schwefel verbunden als Nickelkies, ebenso mit Arsen, Antimon und Kobalterzen zusammen.
rot, zäh, dehnbar; kommt gediegen vor, aber meist mit andern Stoffen verbunden, z. B. mit Schwefel als Kupferkies, mit Sauerstoff als Kupferglanz, Malachit und Kupferlasur.
flüssig, erst bei — 40° R. erstarrend; kommt gediegen vor, besonders aber mit Schwefel verbunden als „Zinnober“.
rein weiß, gediegen und mit andern Metallen, auch mit Schwefel verbunden.
hochgelb, nur gediegen, oder im gediegenen Silber mit enthalten.
fast silberweiß, dehnbar, gediegen und im Gold mitenthalten; schwerster unter den irdischen Stoffen.

Wenn wir mit obiger Tabelle von den heutzutag bekannten 72 Elementen (zu denen aber vielleicht noch ein paar weitere entdeckt werden dürften) 28 ausgewählt haben, so ist dies für unsere Zwecke vollauf genügend.

Ja wir dürfen auch diese Zahl füglich auf gerade die Hälfte reduzieren und bitten unsere Leser, sich folgende 14 zu merken, die wir nach der quantitativen Bedeutung zusammenstellen, welche sie im Haushalt der Natur einnehmen. Erinnern wir nur noch daran, daß 99 % der gesamten (toten) Erdkruste von nur 9 Elementen gebildet wird; nehmen wir 5 weitere hinzu, so haben wir auch noch die Grundstoffe für die gesamte Lebewelt unseres Planeten.

Alle übrigen 58 Elemente zusammen machen noch nicht einmal 1 % der Erdrinde aus, kommen also so sparsam darin vor, daß wir sie füglich hier übergehen können. Darnach verteilen und ordnen sich die genannten 14 in der Weise: Obenan steht

1) Der Sauerstoff (O), der fast der Hälfte aller irdischen Körper zur Grundlage dient, wie denn auch fast alle andern Stoffe das Bestreben haben, mit ihm zu Verbindungen zusammenzutreten. Auf ihn folgt

2) die Kieselerde (Si), die den Grundstoff von etwa ¼ aller Daseinsformen auf der Erdoberfläche bildet. Denken wir z. B. nur an die Silikatgesteine (Granit, Gneis 2c.), in welchen die mit Sauerstoff vermengte Kieselerde (die Kieselsäure) die erste Rolle spielt. An sie reiht sich an

3) die Thonerde (Al), die nicht nur die edelsten Steine (Korund, Saphir) zusammensetzt, sondern fast in allen Gesteinen und Erden, insbesondere in deren Zersetzungsprodukten, den Thonen, Mergeln, dem Löß, Lehm 2c. obenansteht. Dann kommt

4) das Eisen (Fe), dem, wie gesagt, fast alle Farben in der Natur ihr Dasein verdanken. Denn die paar andern Elemente, insbesondere Metalle, wie Kupfer (blau und grün), Quecksilber (mit Schwefel zusammen als Zinnober rot färbend),

Schwefel 2c. kommen dem Eisen gegenüber kaum in Betracht, dessen Zersetzungsprodukte ohnedem fast alle Farbenschattierungen annehmen. Das Mangan aber, das ebenfalls ungemein häufig und zwar stets als schwarzfärbend auftritt, ist in der Regel mit dem Eisen verbunden und demselben ohnedem nahe verwandt. Es folgen nun der Reihe nach Kalk und Bittererde, also

5) Kalcium (Ca) und

6) Magnesium (Mg); welch ungeheure Rolle im Haushalt der Natur diese beiden spielen, davon bekommt man eine Ahnung, wenn man auch nur an die Kalk- und Dolomitgebirge denkt, die unsere Erdoberfläche bedecken. Recht verbreitet sind auch die beiden nächsten Elemente, nämlich

7) Natrium (Na) und

8) Kalium (K), wenn wir nur an die Menge des Salzes denken, das aus Chlornatrium besteht. Hat man doch berechnet, daß, falls es gelänge, den Ozean abzudampfen, der Boden sämtlicher Meere sich mit einer ca. 200 m dicken Kruste von Steinsalz bedecken würde. Erst jetzt folgt

9) der Wasserstoff (H), die leichteste unter allen Luftarten, die mit Sauerstoff zusammen das Wasser bildet, also jedenfalls noch recht bedeutsamen Anteil am irdischen Stoff nimmt (man denke an die Menge des Meerwassers); an ihn schließt sich

10) der Kohlenstoff (C), der nicht bloß den Grundstoff der gesamten, lebenden und fossilen Pflanzenwelt (Stein- und Braunkohle), sondern auch noch 0,0004 Teile der gesamten atmosphärischen Luft bildet. Als ein Hauptbestandteil der letzteren und deshalb ebenfalls noch in verhältnismäßig großer Menge erscheint

11) der Stickstoff (N), den man sowenig als Wasserstoff und Sauerstoff bis jetzt in den tropfbar-flüssigen Zustand überzuführen vermocht hat, was bei der Kohlensäure

bekanntlich längst gelungen ist. Wir schließen mit den drei letzten, die immer noch eine ansehnliche Rolle auf Erden spielen, das sind

12) der Schwefel (S), der so gerne mit den Metallen sich verbindet und in dieser Zusammensetzung vom deutschen Bergmann den Namen „Glanz“ oder „Kies“ erhalten hat (Bleiglanz“ ist Schwefelblei, „Kupferkies“ ist Schwefelkupfer 2c.), sodann

13) der Phosphor (P), der nebst dem Kalk in den Knochen der Tiere eine so wichtige und wesentliche Rolle spielt und endlich

14) das Mangan (Ma) oder der Braunstein, ein Metall, das dem Volk zwar oft kaum dem Namen nach bekannt ist, weil es nirgends technische Verwendung findet, das aber thatsächlich in der Natur fast so häufig auftritt, wie sein Zwillingsbruder, das Eisen.

Obige 14 Elemente sollte sich jeder einprägen, der sich mit den Gesteinen zu schaffen machen will, und nicht minder ihre wissenschaftlichen „Zeichen.“ Wird doch die Schreibung nicht bloß eines einfachen, sondern auch eines zusammengesetzten Stoffs außerordentlich dadurch erleichtert und durch die betreffende Formel dem, der sie lesen kann, sofort auch angegeben, in welchem Verhältnis die verschiedenen Stoffe in dem betreffenden Körper sich zusammensetzen.

Man muß sich nämlich als erstes Gesetz die Thatsache merken, daß die Elemente sich stets nach ihren Gewichtsteilen (Äquivalenten) oder deren Vielfachen mit einander verbinden. Schwefelsäure z. B. besteht aus 16 Gewichtsteilen Schwefel und 24 Gewichtsteilen Sauerstoff, oder, wenn man die stereotype Zahl des Schwefels (16) = 1 setzt, aus 1 Äquivalent Schwefel (S) und 3 Äquivalenten Sauerstoff (O). Man schreibt also kurzweg SO_3 und jeder weiß, daß diese Formel „Schwefelsäure“ bedeutet. Verbindet sich aber 1 Äquivalent Schwefel (16 Teile) mit 2 Äquivalent Sauerstoff

(16 Teilen) so bekommt man schweflige Säure (SO_2); eine Verbindung endlich, bei der 1 Äquivalent Schwefel (16 Teile) mit nur 1 Äquivalent Sauerstoff (8 Teilen) sich vereinigt, heißt man unterschweflige Säure (SO).

Nach derselben Regel geben wir noch ein paar altbekannte Beispiele: Die Vereinigung von einem Äquivalent Schwefel (S) mit einem Äquivalent Quecksilber (Hg) giebt Zinnober; die Formel des letzteren ist daher kurzweg HgS, was jeder versteht, der auch nur die Anfänge der Chemie los hat. H_2O ist = Wasser, denn dieses besteht aus 2 Äquivalent Wasserstoff (H) und 1 Äquivalent Sauerstoff (O). Na Cl d. h. Chlornatrium ist Kochsalz; $CaCO_3$ d. h. Calcium in Verbindung mit Kohlensäure (bei welcher 1 Äquivalent Kohlenstoff (C) mit 3 Äquivalent Sauerstoff (O_3) sich verbinden, ist die Formel für unsern gewöhnlichen (kohlensauren) Kalk. In derselben Weise bedeutet SiO_2 den Quarz (Kieselsäure), FeS Schwefelkies u. s. f.

Endlich zeigt uns die Chemie, wie infolge von Lösungen und Verbindungen gewisse Gesteine, die in der Natur vorkommen, entstanden sind und fortwährend entstehen. Wir nennen nur die verbreitetsten und bekanntesten, die ihr Dasein zweifelsohne dieser (chemischen) Entstehungsweise verdanken, nämlich Salz, Gips und auch ein Teil unseres Kalkes. Hängt ein Meer mit einem flachen See zusammen, so zwar, daß eine Barre unter dem Wasser beide von einander trennt, und stets so viel Meerwasser über die Barre weg in jene Bucht einläuft, als in dieser fortwährend verdunstet, so setzt sich auf dem Grund der letzteren nach und nach eine Salzkruste ab, die von Jahr zu Jahr dicker wird und schließlich Salzstöcke von vielen Metern Mächtigkeit erzeugen kann.

Dieser Fall findet sich z. B. thatsächlich in der sogen. Kara Bugas, einer großen Bucht an der Ostküste des Kaspischen Meeres, deren Boden mit einem mächtigen Salzlager bedeckt ist.

Dasselbe wäre im Roten Meer der Fall, wenn an dessen Südende eine Barre von Arabien nach Afrika auf seinem Grund herüberginge.

So sind denn offenbar auch unsere Steinsalzlager in früheren Erdperioden entstanden, wenn auch ganz besonders günstige Umstände zusammenwirken mußten, um Salzmassen zu erzeugen, wie wir sie z. B. in der preußischen Saline Staßfurt links der Elbe (bei Wittenberg) haben, deren Lager hunderte von Metern mächtig sind.

Welch ungeheure Vorräte dort aufgehäuft sind, und welche Ausdehnung dieses Salzlager besitzt, zeigt insbesondere das Bohrloch von Sperenberg bei Berlin, wo man die Salzschichte offenbar desselben Stocks 1182 m durchsenkte, ohne doch auf die untere Grenze des Salzes, zu stoßen. Hier (bei Staßfurt) kommt dann die weitere, hochinteressante Thatsache hinzu, daß nicht bloß Na Cl (d. h. Chlornatrium oder Kochsalz), sondern auch noch andere, nämlich Kali- und Magnesium-Salze sich finden.

Und zwar sind letztere stets über dem Steinsalz gelagert und werden daher zuerst als „Abraumsalze“ abgebaut. Als solche haben sie nicht bloß, weil sie ein treffliches Düngmittel abgeben, hohen industriellen Wert, sondern noch wichtiger fast ist ihre wissenschaftliche Bedeutung, indem sie einen Fingerzeig geben für die Entstehung jenes ganzen gewaltigen Salzlagers.

Es ging nämlich bei derselben offenbar genau so zu, wie man es bei künstlicher Verdampfung einer sogenannten „Mutterlauge“ oder auch an gewissen Stellen des Seestrands in der Natur beobachtet. Trocknet nämlich an warmen Ufern eine vom Meer abgetrennte, aber mit dessen Wasser gefüllte, flache Bucht aus, so scheidet sich zuerst Gips (schwefelsaurer Kalk), dann gewöhnlicher (d. h. kohlensaurer) Kalk, dann Chlornatrium oder Kochsalz und zuletzt die Reihe der übrigen Salze (Kali- und Bittersalze) aus, die sich dann in der genannten Reihenfolge über einander ablagern.

Genau denselben Vorgang zeigt die künstliche Abdampfung derart gelöster Stoffe in einer Retorte. Und so haben wir in jenen Staßfurter Salzlagern offenbar nichts anderes als die Erzeugnisse eines großen Seebeckens, das, zur Dyaszeit vom Meer abgetrennt, die verschiedenen im Wasser gelösten Stoffe beim Austrocknen gleichsam in einer Riesenretorte, und zwar ebenfalls in der Reihenfolge absetzte, wie wir's vorhin aufgeführt haben.

Wenn in den meisten unserer übrigen Salinen die sogen. Abraumsalze fehlen, so kommt dies einfach daher, daß der Verdampfungsprozeß hier nicht bis zum Schluß fortging. In allen Steinsalzgebirgen dagegen ist Gips und Kalk vorhanden und zwar meist so, daß er sich wie eine Art schützenden Mantels um den Salzkern herum legt, eben weil er sich etwas vor der Bildung des Salzes ausgeschieden hat.

Dieser Gipsmantel, der meist nach unten zu sogen. Anhydrit („wasserlosem“ schwefelsaurem Kalk) wird, ist in der That ein Schutz für das Salz, das längst aufgelöst und weggeführt wäre, wenn die Tagwasser zu ihm hinabdringen würden. Wir werden also wohl annehmen dürfen, daß jener Gips ursprünglich überhaupt in Form von Anhydrit aus dem Meer abgeschieden und erst später infolge der Durchdringung von Tagwasser zu eigentlichem Gips (schwefelsaurem Kalk mit Wasser) umgewandelt ward.

Daß bei diesem Prozeß große Blähungen des Gesteins stattfinden, und ganze Berge „lebendig“ werden können, ist eine bekannte Thatsache und hat z. B. bei Bahnbauten schon große technische Schwierigkeiten bereitet. So brauchte es Jahre, bis der Boden im Tunnel bei Weinsberg endlich zum Stehen kam, da dessen Anhydritgestein durch das einsickernde Wasser sich in Gips verwandelte und dabei gewaltig sich aufblähte.

Im übrigen zeigen uns diese Beispiele, wie in der That mächtige Gebirgsablagerungen auf rein chemischem Weg ent-

stehen können, und zwar gilt dies nicht bloß ohne Zweifel von sämtlichem Salz und Gips, sondern auch von einem Teil unseres Kalks. Wir können, was den letzteren betrifft, hier auch die Bildung des Tropf- und sogen. Tuffsteins hinzunehmen.

Wer schon eine Höhle in irgend einem der daran so reichen Kalkgebirge, also etwa in unserer Alb sich angesehen



(Fig. 19.) Adelsberger Grotte.

hat, der kennt ja wohl jene merkwürdigen Steingebilde, die wir mit dem Namen Stalaktiten (von der Decke herabhängende) und Stalagmiten (vom Boden aufwärts wachsende Zapfen) bezeichnen. Man redet auch dabei, und zwar ganz richtig von Tropfsteingebilden (vgl. z. B. die beifolgende Abbildung eines Teils der Adelsberger Grotte, Fig. 19); denn in der That verdanken sie alle ihre Entstehung dem von der Decke der Höhle fortwährend herab-

tropfenden Wasser. Fast überall wird man ja auch schneeweiße, durchsichtige Kalkröhrchen von Federkieldicke an den Wänden erblicken, an deren unterem Ende, das noch ganz weich und milchig ist, jedesmal ein Wassertröpfchen hängt. Das giebt uns Auskunft über die Entstehung dieser Tropfsteine. Das durch Kalkgebirg fließende Wasser löst vom Kalk einiges auf, ist also mit einer Lösung von doppelkohlensaurem Kalk getränkt. Fließt es nun langsam über Moos oder Wurzeln u. dgl. oder fällt es tropfenweise zu Boden, so verdunstet währenddem ein Teil des Wassers, ebenso geht ein Teil der Kohlensäure als Gas weg oder wird durch die atmosphärische Luft ersetzt und der freigewordene kohlensaure Kalk schlägt sich als feste Kruste und zwar in krystallinischer Form nieder.

Genau derselbe Prozeß spielt sich bei der Sinter- und Tuffbildung ab, wie wir dies tagtäglich und überall beobachten können, wo kalkhaltiges Wasser langsam über eine Böschung herabrieselt, oder wie es die Bildung des sogen. Kesselsteins in unsern Kochtöpfen, Dampfkesseln ꝛc. oft in höchst widerwärtiger Weise zeigt.

Daß auch in Sandsteingebirgen solche Tuffbildungen vorkommen können, scheint auf den ersten Anblick rätselhaft. Und doch finden wir's in der Natur thatsächlich überall. Nicht nur die Höhlen im Sandsteingebiet der Karpaten sind mit den schönsten Stalaktiten austapeziert, sondern auch die Spalten und Klüfte in den Sandsteinlagern unseres schwäbischen Jura (z. B. dem Angulatensandstein des unteren Lias und dem Personatensandstein des braunen Jura β) zeigen sich von spätigen Kalktuffgebilden durchzogen. Das Rätsel löst sich höchst einfach, sofern alle Sandsteine ein kalkiges Bindemittel haben, das eben die Sandkörner zu einer festen Masse verkittet; die Wasser nun, die durch die Fugen des Gebirgs sickern, lösen diesen Zement auf und setzen den Kalk wieder an geeigneten Stellen als Kalkspat oder Tropfstein ab.

Kann man doch dasselbe wahrnehmen z. B. in Gewölben, die aus Sandstein gebaut, gar oft von der Decke Stalaktiten wie Eiszapfen herabhängen lassen; auch diese haben sich gebildet durch Wasser, das den Kalkmörtel berieselte und beim Abtropfen und Verdunsten einen Teil des Kalks in Form von Stalaktiten niederschlug.

Letzteren Vorgang beobachteten wir einmal wunderhübsch in einer Felsengalerie an der Flüelastraße. Dort hingen von dem Deckengewölbe tausend und aber tausend Kalkröhren herab und an jedem derselben saß unten noch ein Wassertropfen, genau so wie wir's oben von unsern Höhlen beschrieben haben.

Gleichzeitig bot aber jene Erscheinung eine erwünschte Handhabe, um einigermaßen über die Zeitdauer Aufschluß zu geben, während welcher sich derartige Vorgänge abspielen. Die betreffende Galerie war nämlich erst 8 Jahre zuvor erstellt worden; es hatten sich demnach die damals etwa fingerslangen Kalkröhrchen in wenigen Jahren erzeugt, ein Beweis, wie rasch verhältnismäßig solche Tropfsteingebilde in unsern Höhlen „wachsen", oder, wenn rohe Hände sie abgeschlagen, wieder „nachwachsen" können.

Welch gewaltige Kalksteinmassen aber auf diesem Wege unter Umständen sich ablagern, das zeigen namentlich unsere Kalktufflager, die nach und nach ganze Thäler ausfüllen können.

So besteht z. B. in fast all unsern Albthälern der obere Boden derselben aus solchem „Tuffstein" oder auch Tuffsand, und steigert sich von Jahr zu Jahr durch weiteren Zuwachs. Ja, der betreffende Bach oder Fluß erhöht fortwährend sein eigenes Bett durch solche Sinterbarren, die er absetzt, und giebt dadurch Veranlassung zu Wasserfällen und Stromschnellen, indem er gezwungen ist, über solche selbst bereitete Tuffbarren seine Fluten zu ergießen.

Am großartigsten zeigen sich diese Bildungen bei Tivoli

(dem alten Tibur, 6 Stunden östlich von Rom), wo der Anio über eine solche selbst geschaffene Tuffwand in einem fast 20 m hohen Wasserfall brausend herabstürzt. Das Material stammt aus dem Kalkgebirg der Apenninen und wird noch fortwährend vom Fluß als „Tuffstein“ oder „Travertin“ (d. h. lapis „Tiburtinus“) abgesetzt. Er galt schon bei den Alten und gilt heute noch als geschätztester Baustein Roms, (das Kolosseum, die Engelsburg, die Peterskirche ist aus „Travertin“quadern erbaut), wie denn auch unsere schwäbischen Tuff- oder „Tauch“-steine einen hohen Wert für das Baugewerke haben.

Ganz ähnlich wie Kalksinter kann sich auch Kieselsinter ablagern, nur bedarf es zu dessen Bildung warmen oder heißen Wassers, wie dies die berühmten Kieselgebilde beweisen, die von Neuseeland, vom Yellowstonepark in Nordamerika und auch von den Geisirgebieten Islands bekannt sind, und die Bewunderung aller Reisenden erregen. Die dortigen Sprudel- und Thermalquellen haben die herrlichsten und großartigsten Sinterbecken geschaffen, in deren Kieselschalen krystallklares Wasser sich sammelt.

Besteht demnach kein Zweifel darüber, daß ein großer Teil unseres Kalks und Kiesels, sowie daß sämtlicher Gips, Anhydrit, sowie alles Salz auf chemischem Weg, durch Ausscheidung aus einer wässerigen Lösung, sich gebildet hat, so ist dagegen die Entstehung des Dolomits noch bis auf den heutigen Tag ein ungelöstes Rätsel.

Unter Dolomit*) versteht man nämlich jene eigentümliche Kalksteinart, wie sie besonders in den „Dolomitgebirgen“ Südtirols in so großartiger Weise auftritt. Es ist eine Verbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Bittererde (Magnesia), und zwar bei normalem Dolomit ungefähr in

---

*) Zu Ehren seines Entdeckers, des berühmten französischen Geologen Dolomieu († 1801) so genannt.

dem Verhältnis, daß beide Stoffe je hälftig gemengt sind (44 % Kalk und 46 % Magnesia).

Im übrigen ist dieses Verhältnis sehr fließend, indem bald mehr, bald weniger Bittererde dem Gestein beigemengt sein kann; giebt es ja doch in der Natur wahrscheinlich überhaupt keinen Kalk, in welchem die Bittererde vollständig fehlt.

Der eigentliche Dolomit ist übrigens auch durch seine äußere Erscheinung nicht unschwer vom Kalk zu unterscheiden. Er fühlt sich nämlich fast sandig an, hat meist ein krystallinisches (oft zuckerkörniges) Gefüge und erscheint immer als Massengestein (ohne merkliche Schichtung).

Die große Frage ist nun die: wie ist die Bittererde hier in den Kalk hineingekommen? Denn daß aller Dolomit ursprünglich gewöhnlicher Kalkstein war, scheint fast gewiß zu sein, und zwar um so mehr, als zweifelsohne unsere meisten Dolomitgesteine das Erzeugnis von Tieren (Korallen 2c.), also zoogener Natur sind, die Tiere aber ihre Schalen und Gerüstbauten stets aus (kohlensaurem) K a l k herstellen.

Hätten wir es bei diesen Vorkommnissen nur mit einzelnen, kleinen Mengen zu thun, so würde die oft gegebene Erklärung vollkommen ausreichen, daß bittererdehaltige Tagwasser, von oben in das Kalkgebirge eingesickert, demselben die Magnesia zugeführt haben. Das mag z. B. wirklich der Fall gewesen sein, bei dem lokalen Auftreten des Dolomits in unserem oberen Weißjura (auf der schwäbischen Alb und noch mehr im bayrischen Franken).

Wenn wir aber an jene Dolomitmassen in den Alpen gedenken, wo wir Dolomitgebirge von mehr als 1000 m Mächtigkeit auf dutzende von Meilen hin aufragend finden: da reicht jene Erklärung nicht mehr aus, ebensowenig aber die andere, daß nämlich infolge von vulkanischen Vorgängen die Bitterde in Dämpfen vom Erdinnern heraufgedrungen sei und die Kalke infiltriert habe.

So viel scheint jedenfalls sicher zu sein, daß die Mag-

nesiasalze des einstigen Meeres, in welchem die betreffenden Tiere gelebt und ihre Schalen und Gerüste (zunächst aus kohlensaurem Kalk) abgesetzt haben, den Stoff zur Dolomitisierung jener Kalkbauten hergaben, und zwar muß diese Umwandlung noch zu einer Zeit vor sich gegangen sein, bevor andere, mächtige Sedimentmassen sich über jenen Kalkmassen abgelagert hatten. Wie aber der (jedenfalls chemische) Prozeß im einzelnen verlaufen ist, bleibt, wie gesagt, vorerst noch Geheimnis.

Viel bedeutender indes sind diejenigen Gesteine, deren Ablagerungen und Umwandlungen sich auf *mechanischem* Wege vollzogen haben, über deren Bildungsweise wir also, wenn wir sie richtig verstehen wollen, bei der

b) Physik

anfragen und uns deren *wichtigste Gesetze* kurz einprägen müssen. Von den vielen hier in Betracht kommenden Erscheinungen können wir natürlich nur die bekanntesten ins Auge fassen und beginnen zunächst wiederum mit der Bildung von

Kalkgestein, das aber nicht mehr, wie die oben besprochenen Kalklager (Tuff, Tropfstein, Dolomit 2c.) durch chemische Umwandlung, sondern auf mechanischem Weg, nämlich durch einfache Ablagerung von Kalkschlamm, entstanden ist. Ohne Zweifel gehört hiezu sogar der weitaus größere Teil unserer heutigen Kalkgebirge, die wir uns eben als Ablagerungserzeugnisse der Tiefsee zu denken, in letzter Beziehung aber allerdings ebenfalls auf Tierprodukte zurückzuführen haben, so daß in der That fast all unser Kalk auf Erden zoogenes Gestein wäre.

Zum Verständnis dieser Sache nehmen wir am besten wieder die *Vorgänge in unsern heutigen Meeren* zu Hilfe, wie sie insbesondere durch die neuesten Forschungen mit dem Schleppnetz an den Tag gebracht worden sind. Hier

hat man sich nun vor allem zu merken, daß die Stoffablagerungen, die von den Küsten des Ozeans gegen die Tiefsee zu beobachtet werden, nach ganz genau bestimmten Gesetzen stattzufinden pflegen, wie eben die Physik sie an die Hand giebt.

Zunächst wälzen die ins Meer sich ergießenden Flüsse und Ströme, insbesondere die großen, eine Masse Material hinein. Letzteres besteht freilich kaum mehr aus größeren Gesteinsbrocken; denn die sind alle während des langen Transports zu Sand und Schlamm zerrieben worden. Nur wo Bäche mit sehr kurzem Lauf von hohen Bergen herab ins Meer fallen, oder wo dieses seine Wogen brandend an steile Felsküsten anschlägt, wird das Ufer mit größeren Gesteinsstücken bedeckt, die aber natürlich bald durch fortwährendes Wellenspiel abgerollt und mit der Zeit vielleicht durch irgend ein Bindemittel zu einem Konglomerat verkittet werden.

Sonst überall, insbesondere an flachen Seeküsten und an der Mündung großer Ströme findet sich nur Sand und zwar fast immer Quarzsand. Kiesel ist ja eins unserer härtesten Gesteine, das am wenigsten von chemischen Veränderungen zu leiden hat. Mag also auch solch ein Quarzgestein mechanisch noch so sehr abgerollt, zerkleinert und zerbrochen werden, das kleinste Korn bleibt eben, was es von Haus aus war: Quarz, und mit solchem Quarzsande umsäumen sich daher auch fast alle unsere Meeresufer.

Im übrigen geht dieser Sand nirgends, wie man etwa denken möchte, sehr weit in die See hinein. Nur etliche Meilen, vom Strand aus gerechnet, ist der Meeresboden noch damit bedeckt. Dann folgt, abermals etwa 30—35 (geographische) Meilen weit, Schlammablagerung, so daß man sich die Küsten unserer Festländer mit einem doppelten Gürtel von Niederschlägen umgeben zu denken hat: zuerst (bei steilen Felsküsten etwa grobes Geröll, dann) Sand, hierauf Thonschlamm, der meist von den Flüssen ins Meer hinaus geführt ward.

Diese Art der Ablagerung stimmt auch durchaus mit dem physikalischen Gesetz, nach welchem zuerst das schwerere Material (Geröll, dann Sand) abgesetzt, wogegen das leichtere (der Schlamm) natürlich weiter forttransportiert wird. Von Kalkteilchen, die etwa im Flußwasser noch vorhanden waren, ist übrigens dieser Thonschlamm, bis er ins Meer kommt, völlig oder fast völlig befreit; denn das (kohlensäurehaltige) Wasser hat allen Kalk aufgelöst. Wenn daher in den eigentlichen und tiefen Meeresgründen trotzdem fast nur Kalkschlamm sich ablagert, so rührt dies nicht mehr von dem durch die Flüsse eingeschwemmten Material, sondern von ganz anderen Vorkommnissen her.

Auf die Uferzone, die in unsern Meeren durchschnittlich etwa 40 Meilen beträgt, folgt nämlich erst die Tiefenzone und diese ist, wie eben die neuesten Schleppnetzforschungen gezeigt haben, durchweg mit einem gleichmäßigen, zuerst weißen, dann grauen und roten Kalkschlamm, dem sogenannten Tiefseeschlamm bedeckt, dessen genauere Untersuchung die merkwürdigsten Ergebnisse uns lieferte.

Hat es sich doch gezeigt, daß der weiße Schlamm, mit dem der Boden unserer Meere von einer Uferentfernung von durchschnittlich 40—50 Meilen an bis zu einer Tiefe von ca. 4000 m überall bedeckt ist, aus lauter Schälchen und Schalenbruchstücken von winzig kleinen, höchst niederen Tierchen besteht, den sogenannten Foraminiferen und Globigerinen, die zu Milliarden im Meer leben und sterben, und deren kleine Kalkgehäuse nach dem Tod ihrer Träger zu Boden sinken.

Dort häuft sich nach und nach aus diesem Kalkmaterial ein viele Meter dicker kreidiger Brei an, es ist der sogen. weiße Tiefseeschlamm, von dem wir eben geredet.

Aber noch merkwürdiger fast erscheint die weitere Thatsache, daß dieser Schlamm in noch größeren Meerestiefen

(von 4000 bis 8000 und 10 000 m) zuerst ein graues, dann ein rotes Aussehen annimmt und daß in diesem letzteren, dem sogenannten roten Tiefseeschlamm organische Gebilde gar nicht mehr zu erkennen sind. Die Schälchen, aus denen auch er ohne Zweifel entstund, sind wahrscheinlich durch das in größerer Tiefe mit mehr Kohlensäure getränkte Meerwasser und durch den ungeheuren Druck, der in diesen Tiefen herrscht, völlig aufgelöst und vernichtet, der Brei aber hat durch Zusatz von Eisen- und Manganoxyd eine rötliche Färbung angenommen. Daß die Sache sich so verhält und auch dieser Schlamm kleinen Lebewesen sein Dasein verdankt, ist auch experimentell bestätigt worden, indem Foraminiferenschälchen, die man im Tiegel mit Kohlensäure auflöste, in der That ganz denselben roten, breiigen Rückstand ergaben, wie wir ihn in den tiefsten Abgründen unserer Ozeane treffen.

Wenn man aber weiter in diesen Schlamm eingebettet auf dem tiefsten Meeresgrund vielfach auch Haifischzähne findet, von einer Form und Größe, wie sie uns bisher nur als fossil (aus der Tertiärzeit) bekannt sind, so legt das den ohne Zweifel berechtigten Schluß nahe, daß jener rote Tiefseeschlamm sich schon lange vor der Jetztzeit (also noch vor dem Diluvium) da zu bilden angefangen habe, wo wir ihn jetzt heraufholen, mit andern Worten also, daß unsere Hauptozeane wahrscheinlich noch bis ins Tertiär zurückreichen.

Auf ganz dieselbe Weise aber haben sich ohne Zweifel in früheren Erdperioden eine Menge derjenigen Schichten gebildet, die wir jetzt als Kalkgebirge kennen. Vor allem zeigen die weißen Kreidefelsen ganz dieselbe Zusammensetzung (aus lauter Foraminiferenschälchen); aber auch die meisten Bänke in unserem Jurakalk dürften ursprünglich solcher Tiefseeschlamm gewesen sein, soweit nicht ihr Gefüge und ihre Einschlüsse auf Strandbildung hinweisen.

Letzteres ist z. B. immer da anzunehmen, wo wir in unsern Formationen Sand oder Sandstein, und vollends, wo

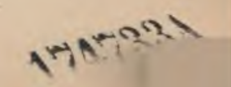
wir Konglomerate oder Geröll in den Schichten eingebacken finden.

Auch die Thonlager deuten auf Ufergebilde hin, ebenso Korallen- und Austernbänke, da diese Tiere stets in verhältnismäßig geringer Seetiefe leben. Wo wir aber gleichartige, versteinerungsarme Kalkschichten haben, wie meist z. B. im Jura, da mag man an ursprünglichen Tiefseeschlamm als Erzeuger denken.

Werden dann später solche Bänke einem großen Druck ausgesetzt, so sondern sie sich zu Platten ab und werden schiefrig (Posidonienschiefer des oberen Lias, lithographische Schiefer von Solnhofen aus oberstem Weißjura). Sand, der, wie gesagt, stets ein Strandprodukt ist, erhärtet sich, durch irgend ein Bindemittel verkittet, zu Sandstein, der je nach den Druck- und sonstigen Verhältnissen entweder zu dicken Bänken oder zu dünnen Platten sich gestaltet, und bald gröberes, bald feineres Korn zeigt: auf diese Weise sind sämtliche Sandsteine unserer Flözformationen entstanden.

Sind in derartige Sandsteine gerollte Kiesel und sonstige Brocken eingebacken, was ja eben bei Uferbildungen oft genug vorkommt, so redet man von Konglomeraten, und auch solche finden sich in der Natur fast aus allen Erdperioden (Verrukano in der Dyas, gewisse Schichten im Buntsandstein, im Jura rc.) Ist das Konglomerat aus lauter Rollsteinen zu festen Massen zusammengebacken, so heißt man es Nagelfluhe*); besteht es aber aus eckigen, d. h. nicht zuvor durchs Wasser gerollten Stücken, so heißt es Breccie („der Riß", das „Zerrissene"; vgl. Taf. VI, Fig. 2).

*) „Nagelfluhe", d. h. „Nagelwand", ein schweizerischer Volksausdruck für gewisse steilabfallende, aus solchem verbackenen Geröll bestehende Wände (wie z. B. am Rigi), wurde von dort in den wissenschaftlichen Sprachgebrauch herübergenommen (vgl. Taf. IX, Fig. 2).



Am zähesten und widerstandsfähigsten unter den irdischen Stoffen ist nächst Kiesel die Thonerde (Al), die, wie wir gehört, in allen Silikatgesteinen (Feldspat), eine große Rolle spielt. Gehen jene Gesteine im Lauf der Zeit durch chemische Zersetzung oder mechanische Zerstörung in Trümmer, so bleibt doch stets der Thon als eine Art feinen, fetten Schlammes zurück: er bildet die Grundlage für all die Thonschichten, denen wir in sämtlichen Formationen und in den verschiedensten Gestalten (auch mit Kalk gemengt) begegnen, wie wir denn bald von plastischem Thon, von Porzellanerde u. dgl., und dann wieder von Lehm, Letten, Löß, Mergel ꝛc. reden. Alle diese durch Wasser veränderten, gerollten, zertrümmerten und wieder verkitteten, also jedenfalls ächten Sedimentgebilde, zu denen auch die vulkanischen Tuffe zu rechnen sind, nennt man klastische*) oder Trümmergesteine.

Ganz etwas anderes ist es mit den Massen- oder Feuergesteinen, die sowohl ihrer Zusammensetzung als ihrer Entstehung nach (was freilich beides Hand in Hand mit einander geht), eine viel größere Einheitlichkeit darstellen als die Sedimentgebilde. In ersterer Hinsicht ist daran zu erinnern, daß der wesentlichste Bestandteil bei ihnen allen die Kieselsäure ist, wie sie denn deshalb auch kurzweg unter dem Namen Silikatgesteine zusammengefaßt werden. Bezüglich ihres Ursprungs aber ist die heutige Wissenschaft nach langen und schweren Kämpfen endlich zu dem allgemein angenommenen Ergebnis gelangt, daß diese sämtlichen Gesteine in feuerflüssiger Gestalt aus dem Erdinnern hervorgebrochen, daß es also in der That samt und sonders Eruptions- oder Feuergesteine, und letztere Namen deshalb durchaus zutreffend für dieselben sind.

Selbstverständlich müssen auch auf sie und ihre Ent-

*) Griech. „zerbrochen“.

stehung die allgemein giltigen physikalischen Gesetze ihre Anwendung finden, wie dieselben auf Grund wissenschaftlich in der Natur beobachteter Thatsachen aufgestellt wurden; und der beste, ja der einzig richtige Weg, die Wahrheit zu finden, ist auch hier wie bei der Untersuchung der Sedimentgesteine, daß man an unsern noch jetzt thätigen Feuerbergen Beobachtungen anstellt und deren Auswurfsstoffe mit den Massengesteinen früherer Erdperioden vergleicht.

Auf Grund solcher Studien hat sich mit Bestimmtheit ergeben, daß die sämtlichen sogenannten Massengesteine vom Granit und Porphyr an bis zu Basalt und Lava durchaus denselben Ursprung haben, nämlich daß sie, wie gesagt, irgend einmal feuerflüssig aus dem Erdinnern hervorgequollen sind.

Wohl zeigen die einzelnen Arten dieser Gesteine große Verschiedenheiten nach Form und Inhalt; wohl fehlen vielfach die Übergangsformen zwischen den älteren (sogen. plutonischen) und jüngeren (sogen. vulkanischen) Feuergesteinen; wohl sind noch manche Fragen in Beziehung auf die Bildungsweise der einen und andern ihrer Mineralien (z. B. des Quarzes) nicht befriedigend beantwortet, und ist insbesondere hinsichtlich des ältesten dieser Gesteine, des Granits in seinem Verhältnis zum Gneis, noch vieles problematisch: im übrigen haben die vielen neueren experimentellen Versuche, die in Verbindung mit Beobachtungen an den noch thätigen Vulkanen und ihrem Auswurfsstoff angestellt worden sind, schon manches Dunkel gelichtet, und es mag hier genügen, wenn wir daran erinnern, daß man stets wohl unterscheiden muß zwischen rascher und langsamer Erstarrung einer feuerflüssigen Gesteinsmasse, und wiederum zwischen einer solchen, die sich unter großem Druck, und einer solchen, die sich unter normalen Verhältnissen vollzieht.

Letzteres ist z. B. der Fall bei den Laven unserer heutigen Vulkane, die auf der Oberfläche der Erde, also ohne besonderen Druck und verhältnismäßig sehr rasch erstarren, ersteres müssen wir bei allen denjenigen Feuergesteinen annehmen, die in großer Tiefe unter dem Erdboden, also sehr langsam und unter gewaltigem Druck zur Erkaltung gelangt sind. Und zu dieser Art von Massengesteinen müssen wir so ziemlich alle älteren (plutonischen) zählen.

Kein Wunder, daß z. B. diese und auch noch die Basalte Kohlensäure und Wasser enthalten, was beides unsern heutigen Laven fehlt, oder daß die letzteren an der Oberfläche porös und schlackig werden, ja sogar in Bimsstein sich verwandeln, was wiederum bei den älteren nicht vorkommt. Beobachtet man einen aus einem Feuerberg ausfließenden Lavastrom genauer, so nimmt man stets eine gewaltige Entwicklung von Gasen, insbesondere Wasserdampf und Kohlensäure, wahr, die ihm entströmen; wo aber eine Lava tief unter der Erde unter großem Druck zum Erstarren kommt, da können jene Stoffe nicht entweichen. Ebensowenig können sich hier blasige oder schaumige Massen bilden, was wieder nur bei rascher Erkaltung (unserer Laven) der Fall ist.

Daß aber alle wahren Massengesteine auch wirklich einmal feuerflüssig waren, das wird ganz besonders auch durch die sogenannten Kontakt- („Berührungs"-) Wirkungen und manch andere Zeichen bestätigt, die wir hier wahrnehmen. In ersterer Hinsicht redet man ja geradezu von Kontakt- d. h. von solchen Gesteinen, die sich erst durch die „Berührung" der feurig ausfließenden Massen mit den sie umgebenden Sedimentgesteinen gebildet haben. Durch die Einwirkung der Hitze mußte gar vielfach das in der Nähe des Ausflußkanals befindliche bisherige Gestein eine Veränderung erfahren. Der (weiße) Kalk z. B. wurde gerötet oder durch die aufsteigenden Dämpfe geschwärzt, oft auch sein Gefüge verändert und der gewöhnliche Kalkstein in ein krystallinisches Gebilde umgewandelt.

Letzteres zeigt z. B. ein Platz bei Predazzo (im Fassathal, Südtirol), wo in der Nähe eines Melaphyrgangs, und zwar auf dessen beiden Seiten auf mehrere Meter Entfernung, der dortige Triaskalk in den schönsten zuckerkörnigen (karrarischen) Marmor umgewandelt ist. Rote und dunkle Färbung des Weißjurakalks können wir öfters auch in der schwäbischen Alb in der Nähe von Basaltausbrüchen beobachten. Durchbricht dagegen solch ein Feuergestein ein Sandsteingebirge, so wird der Sandstein öfters geschmolzen, verglast („gefrittet") oder auch zu Säulen abgesondert, ganz so wie wir es in Hochöfen sehen können, die aus Sandsteinquadern erbaut und monatelang mit geschmolzenem Eisen angefüllt sind. Thone, Schieferthone, Mergel u. dgl. werden durch Kontakt mit einem Feuergestein in eine porzellanartige Masse, den sogen. Porzellanjaspis, umgewandelt, Braun- und Steinkohlen verlieren dadurch ihr Bitumen (Leuchtstoff) und werden zu Koks oder Anthrazit, erstere nehmen oft auch eine stengliche Form an wie Basaltsäulen.

Beispiele von all diesen Erscheinungen bietet die Natur in Hülle und Fülle. So trifft man in Sachsen derartig umgewandelte Braunkohle; der Buntsandstein des Odenwalds ist öfters durch Basalt „gefrittet"; auf der Insel Euböa ist der weiße Hippuritenkalk in der Nähe von Serpentingängen grell rot gefärbt; im Ries bei Nördlingen ist sogar ein Feld noch ganz mit Trachytfladen übersät, an deren Gestalt man sofort sieht, daß diese Stücke einst als feurigflüssige Bomben aus einem Krater geschleudert und beim Herabfallen in der Luft gedreht wurden (vgl. uns. Fig. 1 auf Taf. VII).

Beweise für die Feuernatur und Feuerentstehung unserer Massengesteine sind also mehr als genug vorhanden, so daß an der Thatsache selbst in keiner Weise gezweifelt werden kann. Schon die Gleichartigkeit ihres Wesens läßt vermuten, daß sie alle zusammengehören. Andererseits macht es gerade diese Gleichartigkeit wieder schwer,

die richtigen Grundlagen für ihre Einteilung zu finden. Die beiden Prinzipien, nach denen man bisher die verschiedenen Arten dieser Feuergesteine einzuteilen pflegte, und noch fortwährend einteilt, sind eben doch gar zu äußerlich, um auf die Dauer aufrecht erhalten zu bleiben. So lange wir aber nichts besseres haben, müssen wir uns eben damit begnügen. Man scheidet demgemäß diese Gesteine bald nach ihrer Struktur bald nach ihrem geologischen Alter.

Was erstere betrifft, so zählt man hauptsächlich 3 Arten des Gefüges, indem man von körnigen, von porphyrischen und von glasigen Gebilden redet. Das wäre nun ganz gut; denn wenn man typische Stücke für jede dieser 3 Gesteinsgattungen wählt, so vermag auch der Laie sie sofort zu unterscheiden.

Daß der Granit z. B., wie ja auch sein Name („Korn") besagt, ein körniges Gestein ist, das sieht ein Blinder. Ebenso zeigt der richtige Porphyr stets eine gleichförmige Grundmasse, in deren Teig einzelne Krystalle eingebettet sind. Bekommt man solche Stücke in die Hand, so weiß man wiederum sofort, was unter „porphyrischer" Struktur zu verstehen ist. Nun aber giebt es thatsächlich auch eine Menge Porphyre, die völlig gleichartig sind, ohne jene Krystalle in sich zu tragen. Auch hat sich unter dem Mikroskop gezeigt, daß die homogene Masse des Porphyrs selbst aus lauter Krystallen zusammengesetzt ist; dieselben sind nur zu klein, als daß man sie mit bloßem Auge sehen kann.

Der richtigere Unterschied zwischen Granit und Porphyr wäre also wohl weniger darin zu suchen, daß jener „körnige", dieser „porphyrische" Struktur zeigt, als vielmehr in der Thatsache, daß die verschiedenen Krystalle bei beiden sich in verschiedener, zeitlich von einander zu trennender Reihenfolge ausgeschieden haben. So hat man jetzt nachgewiesen, daß bei der Erstarrung des Granits sich zuerst der Glimmer, dann der Feldspat und zuletzt erst der Quarz gebildet hat, während

bei den Porphyren zuerst die großen Krystalle, die jetzt in dem scheinbar gleichmäßigen Teig eingebettet liegen, und erst später die kleinen, zum Teil mit bloßem Auge gar nicht mehr sichtbaren ausgeschieden wurden.

Viel mehr in die Augen fällt allerdings die dritte Art von Gesteinsgefüge, die sogen. glasige Struktur. Wer schon in einer Glashütte den Schmelzfluß gesehen hat, aus dem das Glas dargestellt wird, der weiß am besten, was damit gemeint ist. Ganz dieselben „Gläser“ vermag auch die Natur zu erzeugen, wo immer ein feurig flüssiger Lavabrei rasch zur Erstarrung kommt. Der Obsidian ist nichts anderes, als ein derartiges natürliches „Glas“. Wird die Oberfläche des Schmelzflusses, was ja meist der Fall ist, durch aufsteigende Gasblasen porös und schaumig, so bekommen wir Bimsstein.

Unter Umständen, d. h. wenn die Lava sehr dünnflüssig ist, erstarrt deren Oberfläche zu Glasfäden, die wie Spinngewebe vom Wind fortgeführt werden, wie man ja auch in den Glasfabriken von Venedig aus gesponnenem Glas allerlei „Gewebe“ herzustellen versteht. Am bekanntesten in dieser Beziehung ist der große Lavasee auf der Ostseite des Mauna Loa (Sandwichsinseln), aus dessen Nebenkrater Kilauea bei starkem Wind die gekräuselten Glasfäden über die ganze Insel getragen werden. („Das Haar“ ihrer Hauptgöttin im Volksmund der Eingebornen).

Ähnliche Glasmasse zeigen aber auch gewisse Basalte, Melaphyre und selbst Porphyre aus längst vergangenen Erdperioden. Daß dieselben dann durch aufsteigende Gasblasen zur Zeit ihrer Erstarrung eine Masse von (runden oder ovalen) Hohlräumen erhielten, die sich später mit Krystallen oder irgendwelcher Mineralsubstanz anfüllten, liegt in der Natur der Sache. Man heißt letztere Ausfüllungen „Mandeln“, das Gestein selbst darnach „Mandelstein“ und mag bei ihrer Entstehung an Eis denken, das oft genug auch derartige Luftblasen zeigt (vgl. Taf. V, Fig. 2).

Benützt man als Einteilungsprinzip für die Feuergesteine deren geologisches Alter, so kommt man von selbst auf die schon öfters angeführte Zweiteilung in ältere, sogen. plutonische, und jüngere, sogen. vulkanische Massengesteine; zu jenen rechnet man alles, was von der Urzeit der Erde bis zum mesozoischen Weltalter (vom Granit bis zum Melaphyr), zu diesen alles, was von der Tertiärzeit an bis heute aus dem Erdinnern ausfloß, beziehungsweise noch ausfließt (Basalt bis Lava). Wenn in der That auch für den Laien leicht erkennbare Merkmale an diesen beiden Gruppen von Feuergesteinen wahrzunehmen sind, so hängt dies wohl auch damit zusammen, daß gerade die mesozoische Zeit fast gar keine vulkanische Eruptionen hervorgebracht hat, so daß freilich eine auch zeitlich große Kluft befestigt ist zwischen den älteren und jüngeren Feuergesteinen. Ganz freilich fehlts auch im mittleren Weltalter nicht an Massengesteinen, wenn wir nur an die „Melaphyre“ und „Augitporphyre“ des Fassathals erinnern, die im heutigen Südtirol zur Triaszeit ausgebrochen sind und in der That gewisse Übergänge bilden zwischen den alten und eigentlichen Melaphyren und den tertiären Basalten und Phonoliten.

Das beste und einfachste Einteilungsprinzip bestände übrigens vielleicht darin, daß man die sämtlichen Feuergesteine in kieselreiche und kieselarme oder chemisch ausgedrückt in „saure“ und „basische“ schiede, was man auch schon versucht hat. Kieselsäure enthalten sie ja freilich alle und sind darum samt und sonders, wie wir hörten, ächte Silikate, aber dieselbe ist doch in sehr verschiedener Menge in den verschiedenen Gesteinsarten enthalten.

Natürlich finden auch bei unsern Massengesteinen dieselben Zersetzungen, Auflösungen und Zertrümmerungen statt und vollziehen sich nach denselben physikalischen und chemischen Gesetzen wie bei den Sedimenten. Erosion und mechanische Zerkleinerung wird auch hier hauptsächlich durch die äußere Ge-

walt des Wassers herbeigeführt, während die in demselben gelösten Substanzen (Kohlensäure ꝛc.) allerlei chemische Veränderungen bewirken. Freilich spalten sich diese Gesteine nicht wie die Sedimente nach Schichten und Klüften in Platten oder Schiefer, eben weil sie als „Massen"gesteine gar keine solchen „Bänke" und „Schichten" haben; aber die fortwährenden Einwirkungen von Kälte und Wärme, von Luft und Wasser, denen sie ausgesetzt sind, bringen auch bei ihnen fortwährende Wandlungen hervor.

Der eisenharte Quarz wird schließlich zu kleinen Sandkörnchen zerrieben; der Feldspat verwandelt sich durch Verwitterung in Kaolin (Porzellanerde); der Glimmer wird schließlich zu kleinsten und feinsten Schüppchen zerrieben, die freilich auch nach dutzendfacher Ortsveränderung immer noch als solche erkennbar sind. Die Erde verliert nichts, auch nicht das geringste von dem ihr einmal gegebenen Stoff, nur ist dieser durch fortwährende Zersetzung, Lösung und Wiedervereinigung einer fortwährenden Umbildung unterworfen.

Gehen wir nun weiter die leitenden Grundsätze und die wichtigsten Ergebnisse der

c) Mineralogie

durch, so ist es hier vor allem unumgänglich notwendig, daß, wer sich mit Untersuchung der Gesteinsarten abgiebt, wenigstens die bekanntesten und am häufigsten in der Natur vorkommenden Mineralien seinem Gedächtnis einprägt, so zwar, daß er z. B. Quarz und Kalkspat, Gips und Glimmer sofort zu unterscheiden vermag.

Die früher aufgeführten Elemente oder Grundstoffe kommen ja — mit Ausnahme insbesondere der Edelmetalle — thatsächlich fast nirgends in der Natur in ihrer einfachen Form, d. h. eben als „Elemente" vor; vielmehr finden wir sie überall zu „Mineralien" zusammengesetzt. Und die ver-

schiedenen Gesteinsarten werden selbst wieder nur in Ausnahmsfällen aus einer einzigen Mineralsubstanz (wie z. B. der Serpentin) gebildet, bestehen vielmehr aus einem Gemenge mehrerer unter sich verbundener Mineralien. Da ist es denn unerläßlich, wenigstens die wichtigsten derselben sich zu merken.

Wir brauchen übrigens zunächst bloß die Massengesteine ins Auge zu fassen, aus dem einfachen Grund, weil ja auch sämtliche Sedimentgebilde schließlich ihr Material nur von jenen bezogen haben, und beginnen unter den Mineralien, die wesentlich hier in Betracht kommen, in erster Linie mit

dem Quarz (reine Kieselsäure). Er ist das härteste unter den gewöhnlichen Mineralien, giebt am Stahl Funken, läßt sich weder mit einer Feile noch mit dem Messer ritzen, ritzt vielmehr umgekehrt fast alle andern Gesteine, und selbst Glas und Eisen. Als Krystall ist er kenntlich an seiner stets sechsseitigen Säule oder Pyramide (vgl. S. 14 Fig. 1), wiewohl er freilich selten in der Natur in dieser Form ausgebildet vorkommt. Meist treffen wir ihn (z. B. im Granit) als graues, halbdurchsichtiges oder durchscheinendes Korn mit muschligem Bruch und Glas- oder Fettglanz. Als zweite Mineralgruppe nennen wir

den Feldspat, und zwar eben als „Gruppe", da er gar verschiedene Formen und Arten in sich schließt. Wir merken uns als die wichtigsten zunächst zwei derselben, den sogen. Orthoklas („gerade brechend") und den Plagioklas („windschief brechend"); jener enthält neben Kieselsäure und Thonerde, welche beide allen Feldspaten wesentlich zukommen, noch Kali (Kalifeldspat), dieser neben den beiden erstgenannten noch Natron oder Kalk.

Der Feldspat als solcher unterscheidet sich vom Quarz (z. B. im Granit, wo er stets mit jenem zusammen vorkommt), sehr leicht durch seine große, nach zwei Richtungen sich erstreckende Spaltbarkeit. Er zeigt daher auf dem Bruch immer spiegelnde Flächen.

Seine Farbe ist weiß, grau, rötlich und grün, seine Härte bedeutend geringer als die des Quarzes.

Der Orthoklas insonderheit ist bald „frisch“, wie stets in den alten, plutonischen Gesteinen (Granit, Porphyr 2c.) bald „glasig“, wie in den jüngeren, vulkanischen (Trachyt, Basalt 2c.). Aus letzteren ist er hauptsächlich unter dem Namen „Sanidin“ aus dem Trachytgestein vom Drachenfels a. Rh. bekannt, der zum Bau des (alten) Kölner Doms Verwendung fand, und in welchem überall die großen, glasigen Tafeln von (Sanidin-)Krystallen hervorleuchten.

Der Plagioklas ist freilich von seinem Bruder, dem Orthoklas, nicht so einfach zu unterscheiden. Denn zu chemischen Untersuchungen auf Kali, was dem Orthoklas, oder auf andere Mineralien (Natron, Kalk, Magnesia), die dem Plagioklas beigemengt sind, hat nicht jedermann das Zeug und die Hilfsmittel. Farbe und Glanz aber, Spaltbarkeit und Aussehen ist bei beiden ziemlich gleich. Das wichtigste Unterscheidungsmetall ist daher eine feine Streifung, die zumal unter der Lupe der Plagioklas immer auf seinen Krystallflächen zeigt und die daher rührt, daß er aus zahlreichen, mit einander verwachsenen parallelen Adern zusammengesetzt ist. Nächst Quarz und Feldspat ist das dritte Mineral zu nennen, das mit jenen beiden zusammen den Granit und Gneis bildet, wir meinen

den Glimmer, jene feinen, zähen und biegsamen Blättchen, die, meist von metallischem Glanz, sich zu Papierdünne spalten lassen und heutzutag eigentlich jedermann bekannt sind, schon von den Glimmerscheiben an den sogenannten „amerikanischen Öfen“, welche die Feuerglut so hübsch durchscheinen lassen. Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist auch der Glimmer ein ächtes Silikatgestein; besteht er doch wesentlich aus kieselsaurer Thonerde, der aber stets noch andere Stoffe (Kali, Magnesia, Lithion, Eisen und Wasser) beigemengt sind. So schwierig die wissenschaftliche Untersuchung

des Glimmers ist: für den Praktiker genügt es, sich auch hier zwei Sorten zu merken, die am einfachsten durch die Farbe unterschieden werden. Es ist

der weiße oder Kaliglimmer (auch „Muskowit“ genannt) und

der schwarze oder Magnesiaglimmer („Biotit“), die aber beide ihrem sonstigem Wesen nach durchaus ähnlich, nämlich echte „Glimmer“ sind.

Endlich nennen wir noch zwei ebenfalls einander verwandte und unter Umständen nicht leicht zu unterscheidende Mineralien, es ist Augit und Hornblende, die man sich notwendig zu merken hat. Beide haben eine dunkle, fast schwarze oder ins grünliche streifende Färbung, beide bestehen der Hauptsache nach aus Kieselsäure, welcher noch Kalk, Magnesia, oder Eisenoxydul beigegeben ist. Hat man größere, gut krystallisierte Stücke, so erkennt man die

Hornblende daran, daß ihr Krystallwinkel nur etwa 124° beträgt, während derjenige des

Augits nahezu einen „Rechten“ vorstellt. Hat man aber nur kleine Partieen von diesen Mineralien, so merke man sich, daß die Hornblende lange, nadelförmige Formen annimmt („Strahlstein“), was bei dem Augit nie der Fall ist, ebenso, daß die Spaltungsflächen bei jener viel glänzender sind als bei diesem.

Wer die genannten 5, beziehungsweise 7 Mineralien genau kennt, und von einander zu unterscheiden vermag, der darf sich vorläufig genügen lassen. Denn aus

Quarz,
Feldspat (Orthoklas und Plagioklas),
Glimmer (weißem und dunklem),
Augit und
Hornblende

sind fast alle Silikate zusammengesetzt.

Daß man sich, um die Sedimentgesteine kennen zu lernen, noch eine Anzahl weiterer Mineralien, die hier hauptsächlich eine Rolle spielen, genau zu merken hat, braucht wohl kaum gesagt zu werden. Da aber dieselben bei der Beschreibung der einzelnen Gesteinsarten unter der Gruppe der „einfachen Gesteine“ alle wiederkehren, so stellen wir hier vorläufig nur ihre Namen zusammen, mit dem Beifügen, daß jeder, der mit Petrographie sich abgeben will, die im Folgenden aufzuzählenden Mineralien ebenso genau kennen muß, wie die 7 vorhin bei den Silikaten schon aufgeführten. Es wären dies etwa von minerogenen Gesteinen

Dolomit (magnesiahaltiger Kalk),
Kalk (kohlensaurer Kalk).
Gips }
Anhydrit } schwefelsaurer Kalk
Steinsalz (Chlornatrium).
Eisen, in den wichtigsten Formen und Arten seines Vorkommens.

Dazu käme noch das phytogene Mineral der Kohle in ihren verschiedenen Abstufungen (Graphit, Anthrazit, Steinkohle, Braunkohle, Torf).

Indes, wie gesagt, es handelt sich hier nicht um Mineralien, wie bei den erst angeführten, sondern bereits um wirkliche Gesteinsarten; wir verweisen deshalb bezüglich derselben auf die spätere spezielle Ausführung.

Dagegen muß hier noch daran erinnert werden, daß man bei den meisten (zusammengesetzten) Gesteinen neben den wesentlichen auch noch sogenannte accessorische (zufällig „hinzutretende“) Bestandteile unterscheidet, sowie daß man von ebensolchen, nämlich von accessorischen Bestandmassen redet, d. h. von Gesteinskörpern, die zufällig in schon bestehende Gesteine hineingelangt, aber denselben an sich eigentlich fremd sind.

Was das erstere betrifft, so werden ein paar Beispiele die Sache am einfachsten erklären. Den meisten Glimmerschiefern ist z. B. Granat beigemengt; im Granit kommt häufig Turmalin, im Basalt fast immer Olivin, in den Thonen oft genug Schwefelkies vor. Kein Mensch aber wird sagen, Turmalin gehöre notwendig zum Granit oder Granat zum Glimmerschiefer &c. Granit ist und bleibt Granit, wenn nur die bekannten 3 wesentlichen Mineralien (Quarz, Feldspat und Glimmer) bei einander sind. Der Turmalin kann fehlen oder noch hinzutreten; für die Bestimmung des Granits macht dies nichts aus, er ist also nur ein accessorisches Mineral, ebenso der Olivin für den Basalt u. s. w. Nennen wir auch hier wenigstens die wichtigsten dieser accessorischen Mineralien, so wären es:

Granat und Strahlstein } im Glimmerschiefer
Turmalin, im Granit,
Olivin, im Melaphyr und Basalt,
Schwefelkies in den krystallinischen wie in den klastischen Schiefern, in den Thonen, in der Kohle u. dgl.
Schwefel in Gips, Thon, Sandstein, Kalkstein und Mergel.

Etwas ganz anderes ist es mit den accessorischen Bestandmassen, die man so häufig in unsern Gesteinen eingebettet antrifft. Man teilt sie am besten in Konkretionen und Sekretionen ein, von denen sich die ersteren von innen nach außen, die letzteren dagegen umgekehrt von außen nach innen gebildet haben.

Die Konkretionen entstanden dadurch, daß gewisse, in der Gesteinsmasse schon vorhandene Stoffe, wie Kalk, Kiesel, Eisen, Schwefelkies &c. sich um irgend einen Punkt konzentriert und zu Knollen, Kugeln u. s. w. geballt haben. Sehr

häufig mag irgend ein fremder Körper (eine Versteinerung, ein Koprolit oder auch nur ein Sandkorn u. dgl.) die erste Veranlassung dazu gegeben haben; der Vorgang selbst fand statt, solang das Gebirge noch weich und nachgiebig war, läßt aber für die Deutung in manchen Fällen noch allerlei Rätselhaftes stehen.

Der äußeren Form nach unterscheidet man traubige und knollige, dann wieder kuglige und linsenförmige derartige Gebilde. Zu den ersteren gehören z. B. die Schwefelkiesknauer, die in den fetten Thonen der Sedimentgebirge stecken, zu den letzteren die sogen. Lößkinder (Lößmännchen, Lößpuppen), die wahrscheinlich noch heute sich bilden, sodann alles, was man unter dem allgemeinen Namen „Geoden" zusammenfaßt. Eigentlich wären unter letzteren, wie eben der Name besagt (Geoden = „Erdbildungen") nur solche Knollen zu verstehen, die innen hohl und mit verwitterter Masse („Erde") angefüllt sind, so daß sie klappern („Klapper- oder Adlersteine", mit denen der Volksaberglaube sich viel zu thun machte*). Heutzutage aber heißt man alles Geoden, was als fremdartiger Körper in Knollen- und Kugelform in unsern Gesteinsschichten steckt.

Wir erinnern nur an die vielen Eisengeoden (Thoneisenstein, Sphärosiderit), die in gewissen Thonen des Jura (z. B. im Turneri- und Opalinusthon des Lias und Braunjura α) oft ganze Bänke bilden, an die sogen. „Laibsteine", die meistens Umhüllung irgend eines fremden Körpers (eines Fisches, Sauriers 2c.) darstellen, und ähnliche Gebilde. Auch an die Erbsen- und Eisenrogensteine mag hier nochmals gedacht werden, da auch sie von innen nach außen wach-

*) Sie sollen vom Adler in sein Nest geholt werden, um dem Weibchen das Hecken der Eier zu erleichtern. Mit Beziehung darauf legt sie dann das Volk betreffenden Falls dem Vieh vor, um das Gebären zu befördern. Derartiges fabuliert schon Plinius von seinem „Aëtites" (Adlerstein).

send durch konzentrische Schalenbildung von Kalk, der sich um ein Sandkorn her legt, entstanden sind.

Manchmal fügen sich zwei solcher linsenförmigen Thon- oder Mergelknollen in eigentümlicher Weise zusammen, dann heißt man sie Brillensteine, in Finnland Imatrasteine. Ein andermal bekamen die noch weichen Knollen beim Trocknen und Erhärten Sprünge, die sich dann später wieder mit Kalkspat ausfüllten, so daß die Gebilde jetzt wie mit einem weißen Netz überzogen und durchwachsen erscheinen, auch eine gewisse entfernte Ähnlichkeit mit Schildkrötenschalen zeigen. In diesem Fall redet man von Septarien*), die für gewisse Formationen sehr bezeichnend sind und z. B. im schwäbischen Muschelkalk und Jura oft sehr schön vorkommen.

Großen Wert für die Wissenschaft haben freilich alle diese „Naturspiele“ eben nicht; da sie aber gerade dem Laien meist in besonderer Weise in die Augen fallen, dürfen sie in einem populären, d. h. eben für „Laien“ geschriebenen Werkchen am wenigsten übergangen werden.

Es gehören hieher und überhaupt zu den „Konkretionen“ im weiteren Sinn des Worts dann auch noch eine Anzahl von eigentümlichen Gebilden, deren Entstehung man gewöhnlich auf Rutschung, Druck und Absonderungserscheinungen zurückführt, die aber in mancher Hinsicht noch keineswegs ganz aufgeklärt ist. Wir denken hier z. B. an die eigentümlichen „Nagelkalke“ oder „Tutenmergel“, die gleich in einander gesteckten Nägeln in manchen Schichten des Jura (Lias ε, Braun α rc.) oft ganze Platten zusammensetzen, an die „Spiegel“ und „Gegenspiegel“, sowie die seltsamen „Zapfen“, wie beide namentlich in den Aalener Eisenerzen vorkommen und allerdings hier am einfachsten durch „Abgerutschtsein“ erklärt werden, endlich an die eigentümlichen Styloliten („Säulen-

*) „Septa“ lat. „Furchen“.

steine"), wie sie hauptsächlich der Muschelkalk, aber auch manchmal der Weißjura so schön zeigt.

Da öfters Versteinerungen (Seesterne ꝛc.) oben sitzen, so denkt man sich diese als Anlaßgeber, an und unter denen dann die noch weichen Massen abgerutscht oder in einander



Fig.. 20 Erdpyramiden bei Bozen (Südtirol).

geschoben worden oder auch stehen geblieben wären, wie etwa die Erdpyramiden bei Bozen (vgl. die oben stehende Fig. 20) oder die Gletschertische solchen fremden, ihnen unter- oder auflagernden Körpern ihr Dasein verdanken. Doch ist auch hier noch manches dunkel.

Daß in unsern Gebirgen von jeher Rutschungen, Ver-

schiebungen, Druckabsonderungen stattgefunden haben und noch fortwährend stattfinden, wobei dann die entstandenen Spalten, Risse u. dgl. später wieder durch anderweitige Mineralien verkittet und ausgefüllt werden (namentlich durch Kalkspat), das sind ja freilich bekannte Dinge. Wir erinnern nur an die vielen Kalkspatadern, die unsere Gesteine oder Versteinerungen oft netzartig durchziehen, an die in Stücke zerrissenen Belemniten aus den Alpen, die dann wieder durch Kalkspat zusammengeschweißt, aber fast auf das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge gebracht wurden und ähnliche Vorkommnisse.

Etwas ganz anderes als die Konkretionen sind die sogen. Sekretionen. Auch sie bilden fremdartige, in die Gesteine eingebettete Massen, die mit ihrer Umgebung an und für sich gar nichts zu thun haben. Aber sie sind von außen in dieselben hineingekommen und ihre Bildung vollzog und vollzieht sich daher auch stets von außen nach innen. Es handelt sich hier fast immer um Hohlräume im Gestein, die durch spätere Infiltration von Mineralien, die im Wasser gelöst waren, wieder ausgefüllt wurden. Bleibt zuletzt noch eine kleine Höhlung übrig, die Gelegenheit zum Anschießen von Krystallen bietet, so werden diese natürlich ihre Spitzen stets nach innen kehren, gerade umgekehrt wie bei den Konkretionen, bei denen Krystalle, wenn solche Gelegenheit finden, sich zu bilden, ihre Spitzen stets nach außen richten: Beispiele für die erstere Erscheinung sind die Achatmandeln und Krystalldrusen, ein Beispiel für die letztere etwa der „krystallisierte Sandstein von Fontainebleau“.

Es liegt nach dem Gesagten in der Natur der Sache, daß vor der Bildung solcher Sekretionen stets Hohlräume vorhanden sein mußten, in welchen sich eben die neue Gesteinsmasse ablagern konnte, und daß letzteres stets dadurch zustand kommt, daß die betreffende, im Wasser gelöste Mineralsubstanz durch einen Kanal (das „Spritzloch“,

das man bei den Achatmandeln öfters noch beobachten kann) von außen eindringt und sich an den Innenwänden der Höhlung, Schicht um Schicht niederschlägt. Wechselt im Lauf der Zeit diese Infiltrationssubstanz Stoff oder Farbe, so teilt sich das sofort dem Lösungsprodukt mit: daher entstehen z. B. jene papierdünnen, verschieden gefärbten, herrlichen Streifen in unsern Achaten.

Sind die genannten Hohlräume rund oder oval, so nennt man die Ausfüllungsmassen meist „Mandeln“; dieselben kommen hauptsächlich in Melaphyr und Basalt vor und sind nichts anders als Blasenräume, die sich durch Aufsteigen von Gasen in dem Gestein bildeten zu einer Zeit, da dasselbe noch feurigflüssig war. Bei größeren Höhlungen redet man auch wohl von „Drusen“, wie solche namentlich im Urgebirge sich finden und gewöhnlich mit Quarzkrystallen austapeziert sind. Man hat in solchen „Krystallkellern“ (z. B. im St. Gotthardtgebiet) schon Bergkrystalle von Meterlänge und Schenkeldicke angetroffen. Ganz unregelmäßige Löcher, die in dieser Weise durch fremde Mineralstoffe ausgefüllt sind, bezeichnet man als Nester, langgezogene Höhlungen als Spalten oder Adern, die dann mit den allerverschiedensten Mineralien gespickt sein können.

Auch die Erzgänge gehören hieher, bei denen ganz vortrefflich beobachtet werden kann, wie die betreffenden Stoffe in regelmäßiger Aufeinanderfolge (meist zuerst Kalkspat, dann Quarz, dann Flußspat und zuletzt das betreffende Erz, das eben deshalb stets in die Mitte zu liegen kommt, während die andern sogen. „Gang“mineralien die „Saalbänder“ bilden) an beiden Seiten des Gangs von außen nach innen sich abgesetzt haben.

Auch heiße Quellen lagern ihr Material oft in dieser Weise in Spalten nieder, wie dies z. B. beim „Böttinger Marmor“ (bei Münsingen) der Fall ist. In Sediment- und insbesondere in Kalkgebirgen ist es hauptsächlich

Kalkspat und Braunspat, der auf diese Weise in Gängen, Spalten und Höhlungen sich niederschlägt, während die Drusen und Mandeln der Silikatgesteine meist von Quarz (Achat, Amethyst, Chalcedon) oder von Zeoliten ausgefüllt sind. Auch die Kammern von Versteinerungen (Schnecken, Muscheln, Ammoniten u. s. f.) stellen solche Hohlräume dar, die, ganz wie die zufälligen und natürlichen, Gelegenheit zu Mineralablagerungen bilden, wie denn derartiges hier auch hundertmal beobachtet wird. Findet man in einem Gestein fremdartige Stücke, die etwa bei Lavenausbrüchen vom Nebengestein losgelöst und in die glühende Masse eingewickelt wurden, so sind das natürlich keine accessorischen Bestandteile oder Bestandmassen im bisher gebrauchten Sinn des Worts und gehören also auch nicht hieher.

Die Mineralogie lehrt uns aber weiter, insbesondere auch auf das Gefüge (die Struktur) der verschiedenen Gesteinsarten unser Augenmerk zu richten; und wenn wir auch dem Leserkreis gegenüber, für den wir dieses Werkchen bestimmt haben, von der neuerdings in der Petrographie so viel angewandten Untersuchung mit dem Mikroskop, also von der sogen. Mikrostruktur der Gesteine füglich absehen können, so halten wir es doch für durchaus nötig, auch den Laien, der sich mit Gesteinskunde befassen will, wenigstens mit der sogen. Makrostruktur der Gesteinsarten bekannt zu machen, d. h. ihm die verschiedenen Formen des Gefüges derselben vorzuführen, soweit man dies mit bloßem Auge erkennen kann.

In erster Linie ist hier nochmals daran zu erinnern, daß die meisten Mineralien entweder als echte Krystalle oder nur in versteckter Krystallform, d. h. als krystallinisch oder endlich als völlig gestaltlos (amorph), d. h. als derbe Massen auftreten können (Beispiel: Kalkspat, zuckerkörniger Kalk und gewöhnlicher Kalkstein). Was die Gesteine und Gesteinsarten selbst betrifft, so besteht

ein weiterer tiefgreifender Unterschied zwischen denselben darin, daß die einen aus verwachsen krystallinischen Mineralindividuen, die andern nur aus äußerlich verkitteten Bruchstücken älterer Gesteine sich zusammensetzen. Jene nennt man krystallinische, diese klastische oder Trümmergesteine.

Bezüglich der Struktur der krystallinischen Gesteine nun unterscheiden wir hauptsächlich folgende Formen. Wir nennen eine Gesteinsart

körnig, wenn darin krystallinische Körner oder Blätter nach allen möglichen Richtungen mit einander verwachsen sind. Beispiele: Granit und (zuckerkörniger) Marmor. Je nach der Größe des Korns redet man von grob- oder fein-, von groß- oder kleinkörnigem Gefüge.

Dicht heißt man ein Gestein, bei dem die einzelnen Gesteinselemente mit bloßem Auge oder auch unter der Lupe nicht mehr als solche unterschieden werden können (z. B. den gewöhnlichen Kalkstein). Unter dem Mikroskop zeigt sich das freilich anders; denn hier erkennt man, daß auch der dichteste Kalkstein aus lauter krystallinischen Kalkteilchen besteht. Sind die Gesteinselemente auch unter starker Vergrößerung nicht mehr als einzelne zu erkennen, wie dies namentlich bei natürlichen „Gläsern" (z. B. Obsidian) der Fall ist, so redet man von homogener Struktur.

Schuppig heißt ein Gestein, wenn dasselbe aus lauter einzelnen Schüppchen oder Blättchen zusammengesetzt ist (Chlorit-, Glimmerschiefer u. dgl.),

flasrig, wenn linsenförmige Mineralaggregate mit dünnen, schuppigen Lagen abwechseln (z. B. beim Gneis).

Weiter reden wir von

schiefriger oder blättriger Struktur, wenn die Gemengteile nach einer bestimmten Richtung parallel angeordnet sind, so daß sich das Gestein in dünne Lagen und Blätter spaltet (Posidonienschiefer, Papierkohle rc.);

faserig dagegen bezeichnet diejenige Lagerung der einzelnen Gemengteile, da dieselben in lauter *dünnstengeligen Fasern* neben einander herlaufen (Fasergips, Asbest).

Porphyrisches Gefüge ist da vorhanden, wo in einer dichten oder feinkörnigen Grundmasse *größere Krystalle wie in einem Teig eingebettet liegen* (Porphyr, Trachyt),

oolitisches da, wo das Gestein aus lauter kleinen, kugeligen Konkretionen besteht, die konzentrisch-schalig um einen Mittelpunkt her gelagert sind (Eisenrogenstein, Erbsenstein). Auch gewisse Eruptivmassen haben unter Umständen infolge einer besonderen Art von Erstarrung dieses Gefüge angenommen (Pechstein) und heißen dann *sphärolitisch* („kugelsteinig").

Gebändert nennt man ein Gestein, das aus wiederholt mit einander wechselnden Lagen von verschiedenartigem oder verschieden gefärbtem Material besteht (Bandmarmor, Bandjaspis),

porös oder *zellig* ein solches, das kleinere oder größere, oft sehr große Hohlräume neben einander zeigt, die meist durch Auslaugung einzelner (weicherer) Gemengteile entstanden sind (Zellenkalk in der Trias). Das Wort

blasig und schlackig gebraucht man, wenn ein aus Glutfluß erstarrtes Gestein rundliche Blasenräume zeigt (z. B. manche Laven, Bimsstein), das Wort

mandelförmig, wenn derartige Hohlräume in Eruptivgesteinen mit fremden Mineralien („Mandeln") ausgefüllt sind (so beim Melaphyrmandelstein). Endlich bezeichnet

erdig diejenige Beschaffenheit, da sich ein Gestein meist infolge von Verwitterung wie Erde anfühlt (Eisenocker, Schreibkreide).

Bei *den klastischen oder Trümmergesteinen* dagegen unterscheidet man nach Größe und Form der sie zusammensetzenden Gesteinsfragmente

Breccien, wenn das Gestein aus scharfkantigen und eckigen Bruchstücken, und

Konglomerate, wenn es aus abgerundeten, weil gerollten Gesteinsbrocken zusammengesetzt ist (Beispiele für ersteres: die Weißjurabreccien oder „Griese“ im Riesgebiet von Nördlingen, für letzteres: Nagelfluhe oder Puddingstein, vgl. Taf. VI, Fig. 2 und wieder Taf. IX, Fig. 2).

Sandstein heißen wir ein Trümmergestein, das aus runden oder eckigen Stückchen von Stecknadelkopf- bis Erbsengröße besteht (z. B. Keupersandstein),

Thongestein, wenn es sich aus feinen Staubkörnchen oder (Glimmer-) Schüppchen zusammensetzt und dadurch ein erdiges, homogenes Aussehen gewinnt. Entstanden sind derartige Gesteine zweifellos aus der Ablagerung einstiger Schlammmassen (z. B. Thon, Mergel, Lehm 2c.).

Lose Akkumulate („Anhäufungen“) endlich heißt man Gesteinsmassen, die nicht oder noch nicht durch ein Bindemittel mit einander verkittet sind (z. B. Kies, Sand, Gerölle u. dgl.).

Für alle Gesteine, die klastischen wie die eruptiven, kann man dann auch noch als wichtiges Unterscheidungsmerkmal die Schichtung (oder Nichtschichtung) aufstellen.

Geschichtet nennen wir ein Gestein (auch bei Eruptivgesteinen kann dies vorkommen), das sich in bestimmte Platten, Bänke, Lager oder Schiefer („Schichten“) gliedert, die durch parallele Flächen („Schichtungsflächen“), deutlich von einander geschieden sind. Zeigt ein Gestein derartige Gliederung nicht, so nennt man es

ungeschichtet oder massig (Beispiele für ersteres: Jura- und Muschelkalk, für letzteres: Porphyr, Basalt u. dgl.).

Noch auf ein anderes Vorkommnis in der Gesteinswelt müssen wir alle, die sich mit der Beobachtung und Bestimmung von Gesteinen abgeben wollen, hier aufmerksam machen, nämlich darauf, daß vielfach in der Natur ein Gestein in ein anderes (natürlich nur ein ihm näher verwandtes)

übergehen kann und übergeht, weil die verschiedenen Gesteinsarten keine scharf abgegrenzten Spezies darstellen. Solche

Gesteinsübergänge können stattfinden

1. zwischen krystallinischen Gesteinen infolge nachstehender Modifikationen:

α) Ein wesentlicher Gemengteil eines Gesteins tritt in demselben allmählich zurück, z. B. der Granit verliert nach und nach seinen Feldspat, dann nennt man das Gestein „Greisen"; Gneis läßt allmählich seinen Glimmer schwinden, dann bekommt man „Granulit" u. s. f.

β) Ein neuer Gemengteil tritt zu den bestehenden hinzu und verdrängt nach und nach einen andern. So entsteht aus dem Granit, wenn Hornblende sich beimengt, der Syenit.

γ) Die Gemengteile eines grobkörnigen Gesteins werden nach und nach so feinkörnig, daß dasselbe wie dicht erscheint. So wird aus Dolerit allmählich Basalt.

δ) Die Gemengteile eines körnigen Gesteins nehmen nach und nach flasrige oder schiefrige Struktur, so geht Granit in Gneis und Glimmerschiefer über (Granitgneis oder Gneisgranit).

ε) Gewisse Gemengteile treten in ausgebildeten Körnern oder Krystallen vor den andern hervor, während diese an Größe verlieren. So bilden sich oft Übergänge zwischen Granit und Porphyr (z. B. Quarzporphyr von Bozen).

2. Zwischen klastischen Gesteinen:

α) Die Größe der verkitteten Gesteinsbrocken nimmt ab oder zu: aus Konglomeraten werden Sandsteine und umgekehrt.

β) Eckige Gesteinsbruchstücke werden nach und nach zu gerundeten: Breccien gehen in Konglomerate über.

γ) Die Menge des Bindemittels nimmt zu: aus Konglomeraten mit thonig-kalkigem Zement werden Kalk-

mergel, die zuerst nur noch wenige Gerölle enthalten, bis diese schließlich ganz verschwinden.

δ) Eine und die andere Gesteinsart verschwindet nach und nach; z. B. aus einem Konglomerat, das ursprünglich aus verschiedenen solcher Gesteinsarten (Quarzit-, Granit- und Porphyrgeröllen) bestand, wird zuletzt ein bloßes Granit- oder Quarzitkonglomerat.

3. Zwischen krystallinischen und klastischen Gesteinen:

α) Eruptivgesteine stehen mit klastischen Feuer- mit Sedimentgesteinen durch sogenannte „Tuff"bildungen oft in engem Zusammenhang (Porphyrtuffe). Und umgekehrt gehen manchmal

β) klastische Gesteine durch Kontaktmetamorphose unmerklich in krystallinische über (gewöhnlicher Kalkstein in zuckerkörnigen Marmor).

Zur Bestimmung und Unterscheidung der Gesteinsarten und insonderheit der Mineralien ist es unter Umständen sehr praktisch und wertvoll, noch eine Anzahl von Eigenschaften derselben sich einzuprägen, damit man wenigstens gewisse, so oft gebrauchte Namensbezeichnungen versteht. Wir geben als wichtigstes kurz an, was über Härte, Glanz, Farbe, Gewicht, Biegsamkeit und Brechbarkeit zu sagen ist. Beginnen wir mit der

α) Härte, so handelt sich's hier natürlich nur um denjenigen Zustand der Stoffe, da dieselben (nicht gasförmig oder tropfbarflüssig, sondern) fest sind. Bezüglich des verschiedenen Grads dieser Festigkeit hat man nun folgende einfache und leichtbehältliche Härtenskala aufgestellt. Man geht davon aus, daß immer das weichere Mineral vom nächsthärteren geritzt wird und zählt darnach folgende 10 Stufen:

1. Talk } mit dem Fingernagel ritzbar,
2. Steinsalz }
3. Kalkspat } mit dem Messer ritzbar,
4. Flußspat }
5. Apatit (phosphorsaurer Kalk), hat etwa Glashärte,
6. Feldspat, kaum mehr mit dem Messer ritzbar,
7. Quarz, ritzt Glas und Eisen, giebt Funken am Stahl,
8. Topas } Edelsteinhärte,
9. Korund }
10. Diamant, weitaus härtester irdischer Körper.

β) Den Glanz

betreffend, so ist weniger der Grad (stark oder wenig glänzend, schimmernd, matt) als vielmehr die Art desselben von Bedeutung. Man unterscheidet darnach bei den verschiedenen Gesteinen

1. Metallglanz (Gold, Silber, Glimmer),
2. Diamantglanz (Diamant, Weißbleierz),
3. Fettglanz (Pechstein),
4. Glasglanz (Bergkrystall),
5. Seidenglanz (Fasergips, Schillerasbest),
6. Perlmutterglanz (Labrador).

Was die einzelnen Bezeichnungen besagen wollen, ist eigentlich aus dem Namen selbst zu erraten. Die nahe damit verwandte

γ) Farbe

teilt man am besten nach den 7 Farben des Spektrums ein oder nimmt man folgende Farbenskala, die einst Werner aufgestellt hat:

1. Schneeweiß (carrarischer Marmor),
2. Aschgrau (gewisse Kalksteine),
3. Samtschwarz (Obsidian),
4. Berlinerblau (Saphir),

5. Smaragdgrün (Malachit),
6. Zitrongelb (Rauschgelb),
7. Karminrot (Rubin),
8. Kastanienbraun (Nilkiesel).

Jede Farbe hat natürlich wieder ihre verschiedenen Nüancen und Übergänge, die wir aber hier nicht weiter beachten können. Dagegen machen wir noch auf die verschiedene Art der Durchsichtigkeit aufmerksam, wobei man von ganz oder halbdurchsichtigen, von durchscheinenden und nur an den Kanten durchscheinenden und von völlig undurchsichtigen Gesteinen zu reden pflegt. Was damit gemeint ist, besagen wiederum die Bezeichnungen selbst. Was

δ) das Gewicht (Schwere)

anbelangt, so kann sich's hier natürlich nur um das spezifische Gewicht handeln. Man geht dabei von der Dichtigkeit der Erde aus, deren spezifisches Gewicht bald mit 4,7, bald mit 5,5 angegeben wird. Nehmen wir als Mittel 5 an und vergleichen damit unsere Gesteine und Mineralien, so sind nur die Metalle schwerer, sämtliche Steine aber leichter als das Gesamtgewicht der Erde. Wir wollen auch hier eine Schwereskala zusammenstellen, etwa in folgender Reihe und Zahl:

Metalle.
1. Iridium 23,6,
2. Platin 22,1,
3. Gold 19,1,
4. Quecksilber 13,6,
5. Blei 11,3,
6. Silber 10,8,
7. Kupfer 8,9,
8. Eisenerze (Schwefelkies, Eisenglanz 2c.) 5, also = der Erde,

Steine.
9. Schwerspat (höchstes Steingewicht) 4,5,
10. Granit 4,3,
11. Diamant 3,5,
10. Kalkspat (gewöhnliches Steingewicht) 2,7,
11. Quarz 2,7,
12. Feldspat 2,6,
13. Gips (leichtes Steingewicht) 2,3,
14. Schwefel 2,
15. Steinkohle 1,7,
16. Bernstein 1,1.

Der Bimsstein schwimmt zwar als solcher, d. h. in seiner schaumigen Gestalt auf dem Wasser, an sich aber (in Pulverform) hat er doch immer noch 2,2 spezifisches Gewicht. Um einen Vergleich auch mit andern Stoffen zu geben, nennen wir etwa noch

Eichenholz 0,9,
Tannenholz 0,5,
Kork 0,2,
Erdöl 0,7,
atmosphärische Luft 0,001,
Wasserstoff 0,000003.

Gediegen Iridium (der schwerste bekannte Stoff) wäre darnach 300000mal schwerer als Wasserstoff (der leichteste, den wir kennen). Was weiter

c) die Biegsamkeit und Brechbarkeit der Gesteine betrifft, so unterscheidet man

in ersterer Hinsicht

spröde (Kalkspat),
biegsame (und zwar elastisch biegsam, wie Glimmer und gemein biegsam, wie Talg),
geschmeidige (Hornsilber) und
dehnbare (Gold, Silber) Gesteine;

in letzterer Beziehung
geht man von der Art des „Bruchs“, d. h. der Trennungsfläche (nach erfolgtem Schlag oder Stoß) aus und redet hauptsächlich von

muschligem,
splittrigem,
ebenem, } Bruche.
unebenem und
hackigem

Auch hier ist aus den Namen zu ersehen, was jeweils damit gemeint ist.

Schließlich sollten noch ein paar der wichtigsten Thatsachen und der häufigsten Vorkommnisse aus dem Gebiet der Krystallographie und Physiologie angeführt werden, da beide Wissenschaften, auch die letztgenannte, für die Gesteinskunde von wesentlicher Bedeutung sind. Aus der

d) Krystallographie

merke man sich vor allem die bekanntesten Krystallformen und die in denselben anschießenden Hauptmineralien. Zu jenen gehört

1. der Würfel; in ihm krystallisiert z. B. Steinsalz, Flußspat, Schwefelkies.

2. das Rhomboëder (oder der Rautensechsflächner). Es ist die Grundform des Kalkspats. Nun darf man ja freilich nicht meinen, aller Kalkspat müsse in solchen Rhomboëdern uns vors Gesicht treten; thatsächlich können seine Krystalle das verschiedenste Aussehen haben. Zerschlägt man aber ein Stück, so wird zuletzt immer das Rhomboëder erscheinen, und wenn das Stückchen nur Hirsekorngröße hätte.

3. Das (regelmäßige) Oktaëder oder der Achtflächner (zwei einander entgegengesetzte Pyramiden mit je 4 gleichseitigen Dreiecken). In der Natur finden wir dies namentlich beim Schwefelkies.

4. Die sechsseitige Säule, d. h. ein regelmäßiges, sechsseitiges Prisma, ist stets die Grundform des Quarzes (Bergkrystall, Amethyst ꝛc.). Meist spitzt sich dann die Säule auf der frei in die Luft hinausragenden Seite zu einem Sechseck (Hexaëder) zu, während die aufgewachsene am Muttergestein klebt (vgl. Fig. 1 auf S. 14). Manchmal aber sind die Stücke auch „um und um krystallisiert“; dann entstehen sechsseitige Doppelpyramiden (Dihexaëder), wie sie oft im Porphyr eingebettet liegen, oder wie die „Hyazinthen von Kompostella“ (gelbbraune Eisenkiesel) oder die „Rauchtopase“ im Muschelkalk von Öschelbronn zeigen. Endlich merke man

5. das Rhombendodekaëder (Rautenzwölfflächner), mit 12 gleichgroßen rhombischen Flächen, auch Granatoëder genannt, weil es am schönsten beim Granat und dessen Verwandten vorkommt.

Wer diese fünf Krystallformen kennt, hat für die Gesteinskunde zunächst genügenden Anhalt. Nur darf er nicht meinen, daß die Krystalle stets in solchen Kanten und Flächen sich ausbilden müssen. Es giebt eine ganze Anzahl von Mineralien, so namentlich viele Metalle, deren Krystallformen ein traubiges, nierenförmiges, strahliges, fasriges, dann insbesondere oft auch ein dendritisches*) Aussehen zeigen, d. h. man meint, versteinertes Moos oder Zweigchen vor sich zu haben. Das allerbekannteste Beispiel hiefür ist das Eis (denke an die Eisblumen der Fensterscheiben). Ähnlich schießen eine ganze Menge von Mineralstoffen an, wenn sie krystallisieren (aus dem gelösten Zustand in den festen übergehen). Als Beispiele führen wir die Dendriten von (gediegenem) Silber und Kupfer, insbesondere aber das Manganerz an, das zwischen haardünnen Klüften auf Kalkplatten (z. B. bei Solnhofen) oft die schönsten moosartigen Zeichnungen darbietet, wobei man aber ja nicht

*) griech. = „Bäumchen“.

an „Versteinerungen“ denken darf (s. Taf. IX, Fig. 3). Beispiele für fasrige Krystallform sind unter anderem der Fasergips, die sogen. Eisenblüte (ein Aragonit, d. h. besondere Form von Kalkspat, aus den Spateisensteinbergwerken von Eisenerz in Steiermark), der Natrolit vom Hohentwiel u. a. Strahlig erscheinen die Krystallnadeln des Strahlsteins, des Spießglanzes (Antimon) ꝛc.

Wenn wir aber vorhin sagten, daß auch

e) die Physiologie

in die Gesteinskunde eingreife, und man sich etliche Hauptgesetze auch aus dieser Wissenschaft merken müsse, so denken wir an die schon des öfteren berührten sogen. zoogenen und phytogenen, d. h. diejenigen Gesteine, die ihr Dasein Tieren oder Pflanzen verdanken.

Wir wissen alle, daß die Pflanzenwelt, soweit sie grüne Organe besitzt, unter Einwirkung des Lichts die Kohlensäure, die sie aus der Luft aufnimmt, in der Weise zersetzt, daß der Sauerstoff wieder ausgeschieden, der Kohlenstoff aber in der Pflanze abgelagert wird. So ist also sämtlicher Kohlenstoff, den wir in den (Sediment-) Schichten unserer Erdoberfläche gesteinsartig als Stein- oder Braunkohle aufgespeichert finden, gar nichts anderes als das Erzeugnis einstiger Pflanzen, die ähnlich wie heute der Torf unter Wasser (d. h. bei Luftabschluß) unvollständig sich zersetzten. Ebenso ist der Bernstein nichts weiter als ein fossiles Harz, das von einer sehr harzreichen Tannenart der Tertiärzeit erzeugt wurde. Daß manche Pflanzen schon bei Lebzeiten auch mineralische Stoffe in sich aufnehmen (die dann nach dem Tod der betreffenden Pflanze als „Gestein“ zurückbleiben und ein solches bilden können), ist ebenfalls eine bekannte Sache. Wir erinnern nur an die sogen. Kieselpflanzen (Gräser, Schachtelhalme), die zum Teil ziemlich viel Quarz in ihren Stengeln ablagern, um dadurch dieselben fester und haltbarer zu machen. Immerhin

werden auch tausende von Zentnern Heu oder Stroh noch lang keine irgendwie merkbare „Kieselschichte“ auf der Erde abzulagern imstande sein. Wo wir daher in der Natur, d. h. in unsern Gesteinsschichten Kieselbänke treffen, da sind nicht sowohl Pflanzen als vielmehr

Tiere deren Erzeuger. Doch ja, gewisse höchst niederstehende Pflänzchen, die im Wasser lebenden, sich aber ganz ungeheuer rasch vermehrenden sogen. Stückelalgen (Diatomeen) lagern in ihren Zellen je ein winziges Kieselstäbchen ab, das natürlich nach dem Tod der Pflanze unzerstörbar liegen bleibt. Millionen und Milliarden solcher Stäbchen können aber in der That oft meterdicke Lager von Quarzstoff erzeugen, der geologische Bedeutung gewinnt („Kieselguhr“ d. h. Kieselmehl von Berlin, Polierschiefer oder Tripel von Bilin in Böhmen ꝛc.). Die meisten Kieselknauer, Kieselknollen, Quarzschnüre und -Nester aber, die wir in unsern Sediment-, namentlich in den Kalkgebirgen finden (im Muschelkalk, Jura, Kreide ꝛc.) dürften von kleinen Tierchen (Seeschwämmen) herrühren, die ihre Bauten aus Kieselnadeln errichten, d. h. wenigstens mit solchen durchspicken.

Noch gewaltiger freilich sind die Kalkniederschläge, die von Tieren herrühren (Korallen, Schwämmen, Seeigeln, Seesternen, Muscheln, Schnecken, Foraminiferen ꝛc.) und die zum Teil Gebirge von vielen hundert Metern Mächtigkeit bilden, wovon ja oben schon die Rede war.*)

Auch die verschiedenen Fettsubstanzen, die wir aus der Tiefe der Erde holen, also die verschiedenen festen Bitumina (Erdpech, Erdwachs, Asphalt ꝛc.), ebenso die flüssigen und selbst gasförmigen Kohlenwasserstoffprodukte (Erdöl, Naphta, brennbare Gase ꝛc.), sollen nach neuesten

---

*) Als Beispiel für ein zoogenes Kalkgestein vgl. uns. Fig. 1 auf Taf. IX, ein Stück Korallenkalk, aus versteinerten Tiergehäusen zusammengesetzt.

Untersuchungen nicht sowohl von Pflanzen, als vielmehr fast ausschließlich von Tieren herrühren, deren im Thon aufgesammeltes Fett wir also jetzt nach Millionen von Jahren zu Beleuchtungs- und Heizungszwecken benützen.

Als eines der bekanntesten Beispiele führen wir den ölhaltigen Posidonienschiefer Schwabens an, dessen Fettgehalt zweifellos von den Millionen und aber Milionen Tieren, kleinen und großen, herrührt, deren Leiber auf dem Boden des einstigen Jurameeres verfaulten und den Thonschlamm desselben mit dem Öl durchtränkten, das wir jetzt für Beleuchtungs- und Heizungszwecke wieder daraus abdestillieren. Schon Ende des 16. Jahrhunderts war dies bekannt. Denn als der damalige Herzog Friedrich I. von Württemberg den berühmten Johannes Bauhin von Mömpelgard zur Untersuchung und Beschreibung seines neuerrichteten „Wunderbads“ Boll berief, fand sich, daß „die Krefften dieses heilsamen Wassers nicht bloß vom Schwefel, sondern auch von dem fließenden Steinöl herkamen, so Ihrer Fürstlichen Gnaden Chemikus Pantaleon Keller aus dem Schieferstein per descensum destillieret.“ Und als zu Zeiten Eberhards III. (1628—1674) in einer Schiefergrube bei Boll durch unvorsichtiges Feueranlegen der ganze Boden in Brand geriet, so daß selbst die Badgebäude dadurch ergriffen zu werden drohten, so bemerkte man während der 6 Jahre, die der kaum zu löschende Brand anhielt, daß „ein Öl aus der Erde floß, welches die Leute für Steinöl verkauften“. Deutlicher konnte die Natur nicht sprechen. Und wenn auch die in den fünfziger Jahren des gegenwärtigen Jahrhunderts in Angriff genommene technische Ausbeutung dieses „Schieferöls“ nur zu bald der Konkurrenz des ohne Mühe dem Erdreich abgezapften amerikanischen Petroleums erliegen mußte, so hat der gütige Schöpfer dem an mineralischem Brennstoff so stiefmütterlich bedachten Schwaben doch in jenen „Ölkrügen“ des Lias einen nicht zu unterschätzenden Vorrat von tierischem Fett übermittelt, der wohl in kommenden

Zeitläuften noch praktische Verwendung finden mag. Hat doch Quenstedt berechnet, daß in diesem Posidonienschiefer, der in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 5—6 m am gesamten Nordwestrand der Alb von Spaichingen bis Ellwangen sich hinzieht, pro Quadratmeile ca. 200 Millionen Zentner des feinsten naphtaartigen Öls stecken, dessen Wert sich nach Millionen beziffert.

Endlich wäre hier an so manche *Phosphate* (Phosphorite), *Knochenbreccien* („Bonebeds“) oder auch an den *Guano* zu denken, da diese sämtlichen Produkte, wenn sie schichtenbildend auftreten, in der That der Geologie angehören, obwohl sie nichts weiter sind als tierische Abfall- und Auswurfstoffe, die wir ebenfalls nach Millionen von Jahren noch zur Düngung verwenden.

Damit wären wir, wie uns dünkt, mit der Besprechung desjenigen fertig, was wir die *Grundvoraussetzungen der Gesteinskunde* genannt, und dessen Kenntnis wir als unumgänglich notwendig bezeichnet haben für jeden, der es auch nur einigermaßen dazu bringen will, die verschiedenen Gesteinsarten der Erdoberfläche zu erkennen und selbständig zu bestimmen.

Wir gehen also weiter zur *zweiten Hälfte*, dem *beschreibenden Teil*, und ebendamit zur Erledigung der Hauptaufgabe, die wir uns diesmal gestellt haben, nämlich zum *Kennenlernen und Kennenlehren der wichtigsten Gesteinsarten selbst*, die unsere Erdkruste zusammensetzen.



Fig. 1.
Verrucano.

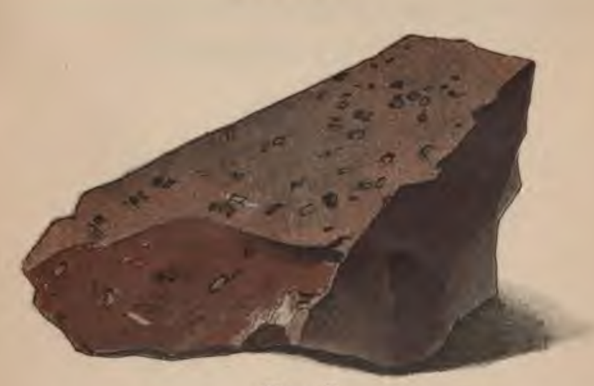


Fig. 2.
(Roter) Porphyr.

Zweite Hälfte.

Beschreibender Teil,

d. h. Aufzählung und Charakterisierung der wichtigsten Gesteinsarten der Erde.



Uebersichtsschema.

Die Gesteine, aus denen die Erdoberfläche sich zusammensetzt, treten bekanntlich in ungeheurer Menge und Mannigfaltigkeit uns vor Augen. So muß es wohl, wenn wir wirklich auch nur „die wichtigsten" derselben kennen lernen wollen, unser erstes sein, uns nach einem kurzen, leichtbehältlichen Einteilungsprinzip hiefür umzusehen. Dies glauben wir darin zu finden, daß wir von der Thatsache ausgehen, daß alle Gesteine nichts weiter sind als Anhäufungen von Mineralien, und zwar so, daß bald nur ein einziges Mineral eine Gesteinsart zusammensetzt, bald mehrere mit einander eine solche bilden, oder endlich auch eine Felsart nur aus Trümmern und Resten anderer besteht. Auf Grund dieser Thatsachen teilen wir demnach sämtliche auf Erden vorkommende Gesteinsarten in die folgenden 3 Gruppen ein:

I. Einfache Gesteine, d. h. Gesteine, die nur aus einer einzigen Mineralsubstanz (selbstverständlich nicht aus einem einzigen „Element") bestehen und die großenteils zugleich diesen Mineralstoff in krystallinischer Form und Anordnung zeigen. Beispiel: Salz oder (zuckerkörniger) Marmor.

II. Gemengte Gesteine, d. h. Gesteine, die sich aus einem innigen Gemenge mehrerer Mineralsubstanzen oder aus einer Anhäufung gegenseitig mit einander verwachsener Individuen mehrerer Mineralien zusammensetzen. Beispiel: Granit oder Porphyr.

III. Klastische oder Trümmergesteine, d. h. Gesteine, die zum größten Teil aus losen oder verkitteten Trümmern und erdigen oder sandigen Resten anderer Gesteine gebildet sind. Beispiel: Nagelfluhe, Sandstein, Thon.

Wir beginnen demnach unsere Beschreibung der wichtigsten irdischen Gesteinsarten, wenn wir jetzt ans einzelne gehen, mit

I. den einfachen Gesteinen.

Dieselben bekommen wir am übersichtlichsten zu erkennen, wenn wir, auf ihre Bestandteile zurückgehend, daran erinnern, daß sie bestehen können und auch wirklich bestehen aus

a) Wasserstoffoxyd:
Eis;

b) aus einem Chlorid (oder Fluorid):
Steinsalz (und Flußspat);

c) aus einem Sulfat (Schwefelverbindung):
Gips, Anhydrit, Schwerspat;

d) aus einem Carbonat (Kohlensäureverbindung):
Kalk, Dolomit, Mergel;

e) aus einem Phosphat (Phosphorverbindung):
Phosphorit, Guano;

f) aus Kieselsäure:
Quarzit, Quarzsandstein, Feuerstein, Kieselsinter;

g) aus einem Silicat (Kieselsäureverbindung):
Hornblendefels, Chloritschiefer, Talkschiefer, Serpentin;

h) aus einem Eisensalz oder Eisenoxyd (Eisenverbindung):
Spateisenstein, Thoneisenstein, Brauneisenstein, Roteisenstein, Magneteisenstein;

i) aus einer Kohlenstoffverbindung:
Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit, Graphit, Petrol, Asphalt, Bernstein.

Und nun gehen wir der Reihe nach eins ums andere dieser einfachen Gesteine durch. Beginnen wir da mit

Kapitel I:

dem Eis,

so dürften wir vielleicht zunächst manchem „Schütteln des Kopfes“ begegnen, indem unsere Leser uns fragen werden, ob denn eigentlich das Eis auch ein Gestein sei oder mit Gesteinsbildung überhaupt etwas zu thun habe. Wir antworten darauf: Ja wohl, und zwar sehr viel. Nur darf man natürlich dabei nicht bloß an den kleinlichen Verhältnissen und Erzeugnissen stehen bleiben, welche uns unsere Winter zu bringen pflegen, sondern muß an die großen Eisvorräte denken, wie sie z. B. im Hochgebirg und noch mehr um die beiden Pole der Erde herum fortwährend angehäuft liegen.

Daß hier das Eis als sog. Gletscher- und Innlandeis in der That als geologischer Faktor auftritt und sehr bedeutend zur Gestaltung und Veränderung der Erdoberfläche mitwirkt, kann keinem verborgen sein, der auch nur oberflächlich mit diesen Dingen sich schon bekannt gemacht hat. Es kann sich für uns nicht darum handeln, hier oder bei ähnlichen Gelegenheiten lange Auseinandersetzungen (z. B. über die Gletscherbildung, über die Entstehung der Steinkohlen u. dgl.) zu geben — schon der Raum verbietet uns dies, sowie die Aufgabe, die wir uns in diesem Büchlein gesteckt haben. Wir wiederholen zunächst einfach noch einmal die unbestreitbare Thatsache der geologischen Bedeutung des Wassers in seiner letztgenannten Form, in welcher es (eben als Eis) wirklich vielfach dieselbe Rolle spielt wie jedes andere „Gestein“.

Erinnern aber müssen wir daran, daß man seiner Entstehung nach Schneeeis und Wassereis unterscheiden muß, und daß jede dieser beiden Arten ihrer petrographischen

Beschaffenheit nach wieder sich teilt: jene in Schnee, Firn und Gletschereis, diese in gewöhnliches Wasser- und Grundwassereis.

Der Schnee ist eine lose Zusammenhäufung (Aggregat) von Nadeln und Flocken, die sich aus der atmosphärischen Feuchtigkeit bei niederer Temperatur bilden. In der obersten Hochgebirgsregion (in unseren Breitegraden von 3300 m an aufwärts) sowie in den Polargegenden setzt er mächtige und bleibende Ablagerungen zusammen, wobei sich die einzelnen Flocken zu einem feinen, sandartigen, krystallinischen Pulver ballen.

Der Firn entsteht aus diesem Hochschnee in geringerer Höhe der Berge (von 3300 m an abwärts) dadurch, daß das Schneepulver zu Eiskörnern verschmilzt, welche dann durch dazwischen sickerndes und gefrierendes Wasser zu festen Massen verkittet werden können. Ist dies der Fall, so haben wir

das Gletschereis, das sich dann in noch geringerer Höhe (von 2500 m an abwärts) zu förmlichen Gletschern gestaltet, deren Masse also nichts anderes ist, als ein Konglomerat von größeren oder kleineren Firneiskörnern, die durch Auftauen und Wiederzusammenfrieren zu Stücken von Erbsen- bis Hühnereigröße verkittet wurden. Die Gletscher selbst sind demgemäß sehr langsam fließende Eisströme, die unter Umständen bis in verhältnismäßig große Tiefen herabsteigen können. In unsern deutschen Alpen haben wir Gletscher, deren Ende bis zu 1000 m (unterer Grindelwaldgletscher 1024 m), also bis ins bewohnte Land herabgehen, und an deren Rändern noch hoch hinauf eine üppige Alpenflora sich entwickeln kann. Auf Neuseeland wachsen am Rande der zum Teil bis ins Meer sich vorschiebenden Gletscher sogar noch Palmen: Thatsachen, die ein sehr bedeutsames Licht auf die Verhältnisse während der sogen. „Eiszeit“ in unsern Ländern werfen.

Die Gletscher und deren Eismassen schmiegen sich bei ihrem Lauf allen Gestaltungen der Thäler, die sie ausfüllend durchfließen, auf's innigste an, schleifen dabei sowohl den Untergrund als auch die beiden Seiten ab, was man an dem geritzten und glattgehobelten Gestein („Gletscherschliffen") trefflich beobachten kann. Wo solche „Gletscherschliffe" oder „Rundhöcker", d. h. vom Eisstrom glatt gefegte Gesteinsmassen (vgl. uns. Fig. 21) an Stellen vorkommen, die heute längst vom Eis entblößt sind, haben wir daran stets einen sicheren Beweis, daß früher ein-



Fig. 21. Rundhöcker aus den Alpen, geschrammt und glattgeschliffen, mit aufgelagerten erratischen Blöcken.

mal die Gletscher wirklich die betreffenden Stellen überdeckt haben.

Dasselbe wird durch die sogen. Moränen bewiesen, d. h. durch mächtige Stein- und Schutthaufen, die der Gletscher einst von den Bergen herabgeführt und da liegen gelassen hat, wo er schließlich zur Abschmelzung gelangte. Man unterscheidet Seiten-, Mittel-, End- und Grundmoränen, über deren Entstehung und Bedeutung wir uns aber hier unmöglich weiter auslassen können.

Eine einzige Reise ins Hochgebirge zeigt einem halbwegs aufmerksamen Beobachter all diese Erscheinungen auf's deut-

lichste und mit Hilfe eines kundigen Führers oder eines guten Handbuchs wird er bald auf Grund eigener Beobachtung verstehen, was „Gletscherspalten“, „Gletschermüh-



Fig. 22. Gletscherlandschaft.

len“, „Gletschertische“ und dgl. sind und wodurch sie entstehen (vgl. uns. Fig. 22). Die Mächtigkeit (Dicke) des Gletschereises im Hochgebirg ist meist sehr bedeutend

(hunderte, unter Umständen tausende von Metern betragend), und lehrt es verstehen, wie derartige Eisströme haushohe Felsblöcke, die von den Bergen auf ihren Rücken herabfielen, oft viele Meilen weit forttrugen und dann da, wo das Eis zuletzt abschmolz, liegen ließen. Es sind dies die sogen. „erratischen Blöcke“ (vgl. Fig. 23), mit denen der Schweizer Jura und sämtliche Alpenvorländer bedeckt sind, oder „Findlinge“, wie man diese Gesteinsbrocken in Norddeutsch-



Fig. 23. Erratischer Block.

land heißt, wo sie zur „Eiszeit“ von den skandinavischen Gletschern auf deren Rücken über die Ostsee herüber getragen wurden.

Auch das kleinste Stück eines „geritzten“ oder „geschrammten“ Geschiebes (vgl. z. B. uns. Fig. 24), und wenn dasselbe heute Dutzende von Meilen von einem Gletscher entfernt gefunden wird, beweist mit untrüglicher Sicherheit, daß einst (während der sogen. „Eiszeit“) wirklich der Gletscher bis dahin sich erstreckt habe, wo wir jetzt dieses Geschiebe finden.

Die meisten Gletscher in den Alpen gehen heute von Jahr zu Jahr etwas zurück, ohne daß jedoch dadurch auf eine zunehmende Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur geschlossen werden dürfte, da man vielfach auch die umgekehrte Beobachtung des Vorrückens mancher solcher Eisströme machen kann. Die Bewegung der Gletscher selbst erfolgt einerseits durch den Druck der fortwährend von oben herab nachrückenden Hochschnee- und Firnmassen, andererseits



Fig. 24. Geritztes Geschiebe (aus einer Gletschermoräne).

durch die Neigung des Betts, das sie anfüllen; sie beträgt — natürlich je nach den Neigungsverhältnissen dieser Ströme oder der (winterlichen und sommerlichen) Temperatur ihrer Umgebung sehr verschieden — im Mittel 1—2 cm während eines Tags (innerhalb 24 Stunden). Das Ende des Gletschers wird immer da sich herausbilden, wo die sommerliche Abschmelzung und das von oben herab stattfindende Nachrücken des Eises sich das Gleichgewicht halten.

Bezüglich des Innlandeises, wie dasselbe insbesondere das Innere von Grönland sowie die weiten Gebiete um beide Pole her bedeckt, gelten ähnliche Gesetze. Haben wir doch in demselben nichts anderes vor uns als riesige, über weite Strecken ausgedehnte Gletschermassen, die ihre Zungen dann meist ins Meer hinaus strecken und so, durch Abbröckeln und Abbrechen gewaltiger Schollen, die Veranlassung zur Entstehung der sogen. Eisberge und Eisinseln bilden, die z. B. im atlantischen Ozean oft bis in unsere Breiten herabtreiben und unter Umständen und zu gewissen Jahreszeiten sogar die Schiffahrt zwischen Europa und Nordamerika gefährden können und schon gefährdet haben. Die Mächtigkeit auch dieses Eises soll z. B. in Grönland mehrere tausend (3—4000) Meter erreichen.

Das Wassereis ist entweder gewöhnliches d. h. solches, das sich an der Oberfläche der Gewässer durch Zusammenfrieren von Eisnadeln, oder aber solches, das sich auf dem Boden derselben bildet (Grundeis). Jenes ist fest, hart, durchsichtig, weiß oder grünlich, das Grundeis dagegen locker und schwammig, auch durch allerlei erdige Bestandteile, die am Grunde mit einfrieren, schmutzig geworden. Die eigentlichen Bildungsstätten und Vorratskammern für das Wassereis sind aber freilich nicht unsere Flüsse und Seen, sondern die Polarmeere, die mit einer Eisdecke von 10—40 m Mächtigkeit bedeckt zu sein pflegen. Dasselbe bleibt entweder jahraus jahrein (auch den Sommer hindurch) in seiner ursprünglichen Lage, oder löst sich — an den Rändern gegen Süden — in mächtigen Schollen und Schemeln ab, die natürlich schmelzen, sobald sie in wärmere Luft- oder Seetemperaturen gelangen.

Wir gehen weiter zur zweiten unter den einfachen Gesteinsarten, zum

Kapitel II:

Salz,

und zwar denken wir hier, da es sich um gesteinsbildende Schichten handelt, nur an das sogen. Steinsalz und wiederum nur an das aus Chlornatrium (60 Teilen Chlor, 40 Teilen Natrium) bestehende Kochsalz.

Gleich dem Eisen ist Salz eines der unentbehrlichsten und am häufigsten vorkommenden Mineralien, das der gütige Schöpfer wohl eben deshalb überall in der Erde wie im Meer niedergelegt hat. Das Meerwasser enthält durchschnittlich 25 % Koch- und 10 % Bitter-, im ganzen also 35 % Salz; würden sämtliche Ozeane abgedampft werden können oder vertrocknen, so würde ihr Boden sich mit einer ca. 200 m dicken Salzkruste bedecken.

Und doch erhält das Meer seinen Salzgehalt zweifellos fast ausschließlich vom Festland, woher die Flüsse das im Boden gelöste Salz dem Ozean zuführen. Freilich verdanken die in unsern Bergen und in der Tiefe ruhenden Steinsalzstöcke ihre Entstehung, wie wir früher gehört, selbst wieder dem Meere, so daß also auch hier, wie beim Wasser, ein beständiger Kreislauf stattfindet.

Das Salz findet seine Anwendung nicht nur als notwendiges Nahrungsmittel für Menschen und Vieh (0,004 Teile Salz müssen im Blut sein, wenn der Organismus gesund bleiben soll), sodann als wichtiger Konservierungsstoff (Einpöckeln der Heringe, Einsalzen von Rauchfleisch ꝛc.), sondern insbesondere auch zu industriell-technischen Zwecken (Fabrizierung von Glas, Soda, Seife, künstliche Eisbereitung ꝛc.); es werden deshalb geradezu riesige Mengen dieses Stoffs gefördert und verbraucht. Schlägt man die jährliche Produktion von Salz für Europa (England 30,

Portugal und Spanien 11, Rußland, Östreich und Frankreich je 9, Deutschland 8 Millionen Zentner) auf rund 100 Millionen Zentner an, so darf diese Summe für die ganze Erde wohl ohne Übertreibung verdreifacht werden.

Dabei wird die Gewinnung dieses Minerals durch Abscheidung aus dem Meer (und manchen Salzseen) und diejenige durch bergmännische Förderung aus den Salinen (Seesalz und Steinsalz) sich ungefähr das Gleichgewicht halten. Für gewisse Zwecke wird das Seesalz sogar vorgezogen; so sollen z. B. die Pöckelheringe besser schmecken, wenn sie mit See-, als wenn sie mit Steinsalz behandelt werden. Im übrigen ist der Reichtum auch an Steinsalz auf Erden ganz unermeßlich.

Wenn wir bedenken, daß bei Staßfurt ein Salzlager von 330 m abgebaut wird, daß der Bohrer in Sperenberg (bei Berlin) bei 1300 m noch nicht an das Ende des dortigen Salzstocks gelangte, daß in Wieliczka (Galizien) gar 1400 m mächtige Salzlager ausgebeutet werden (die in die dortigen Stöcke eingehauenen Gänge sind zusammen etwa 86 Meilen lang und 5—15 m hoch, alles in reinstem Steinsalz; vgl. uns. Fig. 25), daß allein aus der Saline Friedrichshall a. Neckar der Staat Württemberg einen jährlichen Reingewinn von 300000 Mark für Salz gezogen hat*): so mag das eine kleine Vorstellung geben von den Salzmassen, die im Schooß der Erde begraben liegen. Und wie viel davon mag durch eingedrungene Tag- und Sickerwasser längst wieder ausgelaugt und weggeführt sein! Nur wo die Salzstöcke — was übrigens glücklicherweise fast immer der Fall ist — von einem das Wasser nicht durchlassenden Mantel von Gips und Thon umgeben sind, kann man sie bergmännisch abbauen, wenigstens in unseren Ländern.

*) Leider ist am 15. Sept. 1895 diese Saline durch einen Wassereinbruch völlig „ersäuft“ worden.



Fig. 25. Salzbergwerk in Wieliczka.

In dem fast regenlosen Katalonien (Kordona) steht allerdings ein Stock von reinem, krystallinischem Steinsalz (ein förmlicher Salzberg von mehreren hundert Metern Mächtigkeit) offen zu Tag, so daß dort das Salz oberirdisch gewonnen wird, wie man etwa in einem Steinbruch Quader aushebt.

Zugleich ist das Salz recht eigentlich ein Gradmesser der Kultur in der Geschichte der Menschheit, wie denn sämtliche Völker in Sprache und Sitten eine Menge von Beispielen liefern, die von der Bedeutung dieses Stoffs seit den ältesten Zeiten Zeugnis geben. Je niederer in der Bildung ein Volk steht, desto höher wird dieser Artikel in seinen Augen gewertet. In Neuseeland z. B. verkauft wohl noch heute der Bruder die Schwester um etliche Pfund Salz, im Innern Afrikas kann man unter Umständen 1—2 Sklaven um eine Handvoll dieses Stoffs sich erwerben.

Und wie viel wird in fast allen indogermanischen Sprachen das Salz als Bild des Witzes und der Weisheit gebraucht. Die Rede Cäsars war „sale et facetiis" („mit Salz und Witzworten") gewürzt, wird zu dessen Ruhme berichtet. Die Feinheit und Gewandtheit der Athener in der Ausdrucksweis machte das „attische Salz" sprichwörtlich.

Von fast allen Völkern wurde Salz bei ihren religiösen Gebräuchen (Opfern 2c.) verwendet, offenbar wegen seiner Eigenschaft, der Fäulnis zu steuern. Aus demselben Grund nennt Jesus seine Jünger „das Salz der Erde," und der Apostel mahnt die Christen, „allezeit Salz bei sich zu haben." Noch heute wird dem russischen Zaren, wenn er in eine Stadt seines Reiches kommt, von den Vorstehern derselben auf goldener Platte „Salz und Brot" entgegengebracht.

Und wie viel erzählen uns nur die Orts-, Fluß- oder Städtenamen von uralten Gewinnungsplätzen dieses unentbehrlichen Stoffs, der freilich in früheren Zeiten lediglich durch Benützung der natürlichen Solen (Salzquellen) in den Dienst des Menschen gebracht ward. Alle Namen von Flüssen

und Städten wohl in ganz Europa, die mit (lat.) „Sal“ oder (griech.) „Hals“ in Beziehung stehen, weisen auf derartige Salzgewinnungen hin (Hall, Halle, Hallstadt, Friedrichs-, Klemens- ꝛc. „hall“; Salzach, Salzburg, Sulz, Sulzerrain, Sulzbach ꝛc.); und bis ins Mittelalter hinein gab es auch zwischen den deutschen Völkerschaften oft blutige Kriege um solche „Salzpfannen.“

Das Steinsalz ist eine körnige, blättrige, oder fasrige Zusammenhäufung von Kochsalz (Cl. Na.) und zeichnet sich durch seine leichte Löslichkeit im Wasser (das übrigens nur 27 Teile Salz aufzulösen imstand ist; was man von Salz mehr hineinwirft, bleibt ungelöst, da mit 27° die Sole „gesättigt“ ist), seinen bekannten, salzigen Geschmack und seine nach 6 Flächen sich vollziehende Spaltbarkeit (weil es in Würfeln krystallisiert) vor andern aus.

Die meist dem Steinsalz anhaftenden Beimengungen von Chlorcalcium und Chlorkalium bewirken, weil sie die Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, daß das Salz so gerne Wasser abscheidet, ja schließlich vollständig „zerfließt.“ Andere Beigaben, wie insbesondere Gips, Kalk und Thon, verunreinigen vielfach das an und für sich weiße und helle Salz, und geben ihm eine schmutzige Farbe. Ist letztere gelblich, rötlich oder grün, so rührt dies von kleinen Portionen Eisen oder Kupfer her, die es enthält. Auch Wasserstoffgas und Kohlensäure wohnt dem Steinsalz oft inne und verursacht dann, wenn man die Stücke im Wasser löst, durch Ausströmen jener Gasblasen ein eigentümlich knisterndes Geräusch („Knistersalz“ von Wieliczka).

Daß aber das Steinsalz wirklich als geologischer Faktor auf unserer Erde auftritt und manchmal geradezu Berge bildende Massen darstellt, haben wir oben schon gesehen. Wir schließen damit, daß wir gleichzeitig darauf hinweisen, wie dieses merkwürdige und so höchst wichtige „Gestein“ so ziemlich in allen (natürlich aber, seiner Bildungsweise

zufolge, nur in den Sediment-) Formationen der Erde vorkommt, meist mit Gips, Anhydrit und Thon in Wechsellagerung, und große linsenförmige Stöcke oder Nester bildend. Um eine kurze Übersicht von diesem seinem Vorkommen zu geben, fügen wir folgende Tabelle bei:

Vorkommen von Steinsalz in der Erde nach

	Formation	Lokalitäten
	Jetztzeit (Alluvium und Diluvium).	Wüstensalz der Kirgisensteppe in Arabien, Ägypten („Bitterseen"), in der Sahara, Südrußland und Südamerika. Am Toten Meer, im Salzsee von Utah (Mormonenstadt), im Titikakasee (Peru) ꝛc.
	Tertiär.	Kordona in Katalonien, Wieliczka in Galizien; in Siebenbürgen, Kleinasien und Armenien; Rimini in Italien und Louisiana (Amerika).
	Kreide.	Westfälische Soolquellen (Unna). Algier.
	Jura.	Sole von Rodenberg am Deister (Hannover). Bex im Kanton Waadt (Rhonethal).
Trias.	Keuper.	Lothringen, Hall in Tirol, Hallein und Berchtesgaden im Salzkammergut.
Trias.	Muschelkalk.	Am obern und untern Neckar sowie am Kocher in Württemberg. Ernsthall in Thüringen.
Trias.	Buntsandstein.	Hannover, Braunschweig, England.
	Dyas.	Gera, Thüringen, Staßfurt und Halle (Preußen), Sperenberg (bei Berlin).

Formation	Lokalitäten
Steinkohlen-Formation.	Am New River (Westvirginia in Nordamerika), bei Durham und Bristol (England).
Silur.	In den Staaten von Newyork und Michigan (Nordamerika).

Als nächste unter den einfachen Gesteinsarten, weil vielfach mit Steinsalz zusammen vorkommend, nennen wir 2 mit Schwefelsäure verbundene Mineralien, nämlich

Kapitel III:

den Gips (nebst Anhydrit) und den Schwerspat.

a) Der Gips ist nichts anderes als schwefelsaurer, mit Wasser getränkter Kalk (und zwar 33 Teile Kalk, 46 Teile Schwefelsäure und 21 Teile Wasser; chemische Formel Ca S + 2 H). Er kommt krystallisiert, krystallinisch und derb, also in allen drei überhaupt möglichen Formen vor, ist von Haus aus weiß, aber öfters durch Beimengung von Eisen, Bitumen oder Thon gelblich, rötlich und grau gefärbt, und von ähnlichen Gesteinsarten, wie z. B. gewissen Kalksorten, leicht zu unterscheiden durch seine Weichheit und seine Unlöslichkeit in Säuren. Er läßt sich schon mit dem Fingernagel ritzen und zeigt ein spätiges, schuppiges, körniges oder fasriges Aussehen.

Der Gipsspat, der blättrige, durchsichtige, glasglänzende Tafeln bildet, hat auf den ersten Anblick viel Ähnlich-

keit mit Glimmerplatten. Das Volk hat auch beiden denselben Namen, „Marienglas“ oder „Fraueneis“ gegeben. Doch ist er sofort an seiner größeren Sprödigkeit dem biegsamen Glimmer gegenüber leicht zu erkennen.

Krystallinisches Gefüge zeigt der Fasergips, ein sehr schönes Vorkommen mit herrlichem Seidenglanz, z. B. im schwäbischen Keuper, wo er Schnüre oder Lager, oft von 3—8 cm Dicke, in den thonigen Gipslagern bildet.

Dichter oder derber Gips kommt in knolligen Massen vor; ist er schneeweiß und an den Kanten durchscheinend, so heißt man ihn Alabaster. Die schönsten Sorten davon kommen in Toskana vor und werden dort zu allerlei Ziergegenständen, oft zu wirklichen Kunstwerken verarbeitet (geschnitzt).

Der körnige Gips von weißer oder lichter Farbe, oft mit dunklen Flecken und Wolken ähnelt manchen Marmorarten, ist aber, wie gesagt, viel weicher als jeder kohlensaure Kalk.

Am gemeinsten ist natürlich der Gipsthon oder thonige Gipsstein, der oft hunderte von Metern mächtige Bänke bildet und für Industrie und technische Zwecke (Düngung) abgebaut und gemahlen wird. Bei ihm sieht man sofort, daß wir es allerdings hier mit einer gebirgsbildenden Gesteinsart zu thun haben.

Seine Hauptentwicklung gehört der Dyas, der Trias und dem Tertiär an, wo er gern in Begleitung von Steinsalz, Anhydrit und Thon vorkommt, meist in linsen- oder stockförmigen Massen, doch öfters auch, z. B. eben im Keuper Schwabens in Bänken geschichtet. Am Südrande des Harzes von Sangerhausen bis Osterode dehnt sich z. B. ein 6 Meilen langer, mächtiger Gipswall aus, welcher der Dyas angehört. Die schwäbischen Gipse sind teils mit der Anhydrit- und Steinsalzgruppe des Muschelkalks vergesellschaftet, teils und in erster Linie bilden sie mächtige Schichten im unteren Keuper,

Da der Gips in (420 Teilen) Wasser löslich ist, bilden sich manchmal mächtige Hohlräume, sogen. „Schlotten“, die zu Erdfällen und Einsenkungen Veranlassung geben.

Die Anwendung des schneeweißen, gebrannten und gemahlenen Gipses in der Technik (zu Stukkaturarbeiten, Gipsabgüssen 2c.) ist bekannt. Sehr nahe mit dem Gips verwandt ist

der Anhydrit, einfach, wie schon sein Name („der wasserlose“) besagt, ein wasserfreier Gips, und ebendamit wahrscheinlich der Erzeuger auch des echten Gipses. Liegt doch die Vermutung sehr nahe, daß all unser Gips aus Anhydrit dadurch erst entstund, daß die Tagwasser von oben in das Anhydritgebirge einsickerten. Oft genug kann man auch in der That beobachten, daß Gipslagen in der Tiefe — bis wohin das Wasser noch nicht gedrungen ist — in Anhydrit übergehen, oder daß umgekehrt Anhydrit in Bergwerken, Stollen 2c., wenn Wasser einsickert, in Gips sich verwandelt und dabei natürlich sich aufbläht und einen größeren Raum einnimmt als zuvor, was böse Verrutschungen, Faltungen und dgl. bewirken kann. Dies ist bei Eisenbahn- (Tunnel-) Bauten schon recht störend geworden (Tunnel bei Weinsberg in Württemberg).

Vom Gips unterscheidet sich sein wasserloser Bruder leicht durch die größere Härte, vom Kalkstein, dem er oft sehr ähnlich sieht, durch Nichtbrausen in Säuren. Er bildet selten geschichtete Bänke, tritt vielmehr meist stockförmig und in Gesellschaft von Gips und Steinsalz auf. Seine Farbe ist hellrot, hellgelb, lichtgrau, bei Sulz a. N. kam früher auch eine schöne, fast himmelblaue Abart vor. Sein Hauptvorkommen fällt wie beim Gips in die Dyas- und Triaszeit, in deren Schichten er manchmal zu riesigen Massen anschwellen kann. Bekannte Fundplätze sind: Osterode am Harz, Staßfurt bei Magdeburg, Lüneburg, Sulz a. N., Hall in Tirol.

Haben wir es bei den beiden letzten Gesteinsarten mit

schwefelsaurem Kalk zu thun gehabt, bald mit, bald ohne Wasserzusatz (Gips — Anhydrit), so fügen wir nun mit

b) dem Schwerspat oder Baryt dasjenige schwefelsaure einfache Gestein noch hinzu, in welchem die Schwefelsäure sich mit Schwererde (Baryum) verbunden zeigt.

Der Schwerspat kommt sehr häufig und insbesondere als sogen. Gangmittel (d. h. die Ausfüllung von Erzgängen bildend) in fast allen geologischen Formationen vor. Bei Ausbildung von Krystallen (dem zweigliederigen Krystallsystem angehörig) zeigt er große Neigung zu oblongen Tafeln, die dann eine dem rhomboëdrischen Kalkspat ähnliche Form annehmen. An der großen Schwere des Gesteins erkennt man aber sofort den Unterschied; könnte man ja doch fast irgend ein Metall darin steckend vermuten, so schwer sind die Stücke.

Schon der alte Henkel drückt sich in seiner Pyritologie in diesem Sinn aus, wenn er schreibt: es gebe so „schweren Spat, daß man meinen könnte, es mit einem metallischen Körper dabei zu thun zu haben." Erst als Bergmann 1781 die Baryterde darin entdeckte, wurde man klar über die Sache.

Sein Gewicht ist in der That für ein bloßes Gestein sehr hoch (4,5), seine Härte dagegen mäßig (3—4).

Er zeigt Glasglanz, ist meist weiß oder farblos, kann aber auch alle möglichen Färbungen annehmen; doch sind seine Farben (grau, gelb, smalteblau, fleischrot) meist blaß. Bei den fleischroten Schwerspaten hüte man sich vor Verwechslung mit Feldspat (letzterer ist weit leichter). In Wasser, Säuren und Alkalien ist der Schwerspat, soweit unsere Beobachtungsmittel zeigen, gänzlich unlöslich. Und doch haben sich in der Natur wohl (fast) alle Schwerspate auf nassem Wege gebildet; ihr Material ist also seiner Zeit im Wasser gelöst gewesen.

Oder wie sollten anders unsere Schwerspatkrystalle in die Kammern von versteinerten Schnecken und Muscheln gekommen sein (z. B. in unsere Juraammoniten, als Ausfüllungsstoff gewisser Zweischaler ꝛc.)? Die Natur ist eben ein ganz anderes

chemisches Laboratorium, als jedes von einem Chemiker künstlich bereitete.

In gar vielen Bergwerken, z. B. in den jetzt freilich längst eingegangenen Blei- und Silbergruben des Schwarzwalds finden sich die Erze fast durchweg in einen Mantel von Schwerspat eingehüllt. Die Grube Clara im Rankachthal (Seitenbach der Kinzig) baute einen solchen Gang von 4—7 m Mächtigkeit ab, der durch Gneis in den Buntsandstein fortsetzte. Auch heute noch ist der Buntsandstein der Freudenstadter Gegend außerordentlich reich an diesem dort meist schneeweißen Mineral. Dasselbe wird zur Versetzung von Bleiweiß, auch wohl zu Fälschung von Mehl 2c. (um dessen Gewicht zu erhöhen) benützt und vielfach abgebaut.

Einen gewissen Ruf hat seiner Zeit der graue „Bologneser Schwerspat“, aus dem Thone des Monte Paterno bei Bologna, erhalten durch die Entdeckung eines Schusters (1604), daß sein Pulver, mit brenzlichen Stoffen geglüht, die merkwürdige Eigenschaft besitze, im Dunkel zu leuchten, namentlich wenn die erkaltete Masse vorher wieder eine Weile dem Sonnenlicht ausgesetzt gewesen war. Man setzt zu diesem Behuf das Pulver jenes Schwerspats mit Tragantschleim gemischt einer schwachen Rotglühhitze aus. Schon Goethe wußte von der Sache und berichtet darüber (in seiner „italienischen Reise“) sehr ausführlich und anregend.

Der berühmte Daguerre füllte zerstoßenen Schwerspat in vorher entfettete Markröhren und glühte sie mehrmals in starker, anhaltender Hitze. Er bekam dann eine schwefelfarbige Masse, die das ganze Zimmer erhellte, leider aber schon nach 48 Stunden ihre Leuchtkraft nahezu wieder verlor.

Diese Bologneser Schwerspate zeigen gern konzentrisch-fasrige Struktur; anderwärts kommt das Mineral auch nierenförmig, wie eine Art Glaskopf vor (Neu-Leiningen in der Pfalz). Auch stangenförmige Säulen, oft mit prächtigem Seidenglanz (sogen. Stangenspat), kennt man davon (von Frei-

berg im Erzgebirg). Der fasrige Baryt zerfällt oft in förmliche Baryt- oder Schwererde, die wie Bergmilch (s. unten) aussieht, aber natürlich in (Salz-) Säure nicht braust. Auch dichter Schwerspat kommt vor, der dann ebenfalls zu Schwererde sich zu zersetzen pflegt, sogar zuckerkörnige Massen hat man gefunden (bei Aschaffenburg), die fast mit karrarischem Marmor verwechselt werden könnten, wenn sie dessen Schwere und Schneeweiß erreichten.

Anhangsweise möge hier auf ein weiteres einfaches Gestein aufmerksam gemacht werden, bei dem statt Schwefelsäure und Baryt Flußsäure (Fluor) zum Kalk tritt: wir meinen den Flußspat. Denn wenn derselbe auch nicht eigentlich als „Gestein", und noch weniger als gebirgsbildende Masse auftritt (so wenig als der Schwerspat), also eigentlich nicht petrographisch, sondern nur als Mineral zu beschreiben ist, so hat er doch in der Natur wie für die Praxis eine solche Bedeutung, daß ihm immerhin ein paar Worte gewidmet werden dürfen. Da und dort kommt er übrigens doch auch in solchen Mengen vor, daß man ihn eine „Gesteinsart" nennen könnte; im Stollberg (Unterharz) z. B. werden Gänge und Stöcke abgebaut, in denen der Flußspat eine Mächtigkeit von 30 bis 32 Metern erreicht, was für die Mannsfelder Kupferhütten von Wichtigkeit ist, die von dort jährlich 50000 Zentner dieses Minerals holen, um es als Zuschlag bei Schmelzung ihrer Kupfererze zu benützen. Da nämlich die Flußsäure die Kieselerde leicht angreift und fortnimmt (der aus dem Flußspat bereitete Fluorwasserstoff ätzt sogar Glas und wird daher zu diesem Behuf auch in der Industrie und Technik verwendet), so bildet er bei den Hüttenprozessen ein höchst wichtiges Flußmittel (um das Erz zum „Fließen" zu bringen), wie auch sein deutscher Name davon herrührt.

Der Flußspat (reguläres System, meist in Würfeln [Oktaëdern, Granatoëdern ꝛc.] krystallisierend; Gewicht 3,1 bis 3,2, Härte 4) ist nichts anderes als eine Zusammensetzung

von Fluor und Calcium (52 Ca 48 Fl.) und gehört unstreitig zu den schönsten Mineralien, namentlich wegen seiner prachtvollen Färbung. Er kommt so ziemlich in allen Farbennüancen vor (weiß, gelb, rosa, grün, blau, violett 2c.) und phosphoresziert außerdem, in starkes Feuer gebracht, aufs lebhafteste. Das wußten schon die alten Bergleute, und nannten ihn deshalb sehr bezeichnend „Erzblume“ oder auch marmor metallicum („Marmor, der Erz bringt“). Ist er doch eines der häufigsten Ganggesteine, das gleich dem Schwerspat fast in jedem Erzbergwerk vorkommt.

Der Schwarzwald, der Harz, das böhmisch-sächsische Erzgebirge, dann die Alpen, sowie die alten englischen Zinnlager sind die hauptsächlichsten Fundstätten für Flußspat in Europa. Farblose von großer Klarheit liefert der Buntsandstein von Waldshut, rosenfarbige und intensivrote hauptsächlich das Hochalpengebiet vom St. Gotthardt bis Mont Blanc, gelb in allen Tönen die Grube Annaberg in Sachsen und die Grube Hausbaden bei Badenweiler (Südschwarzwald). Die grünen in allen Schattierungen stammen meist aus England (Derbyshire); aber auch die Grube Herrensegen im Schwarzwald und der Säntis (Kanton Appenzell) brachte sie, während Hall in Tirol in seinen Salzlagern saphirblaue Stücke beherbergt. Die amethystblauen kommen hauptsächlich aus den Zinngruben von Cumberland, gehen aber dort, namentlich in den Kobaldgängen, oft ins Schwarze über. Die Farben rühren, wie vielfach bei den Edelsteinen, wohl meist von Bitumen her; sie erbleichen daher oft genug, wenn der Stein erhitzt, d. h. der Asphalt durch Brennen zum Verschwinden gebracht wird.

Krystalle herrschen überall beim Flußspat vor; doch kommt er sehr häufig auch körnig- oder strahlig-krystallinisch und derb, ja sogar erdig vor (wie der Schwerspat). Und gerade jene derben Massen sind es, welche im Großen gewonnen und in der Industrie (als Flußmittel in Schmelzhütten, Eisengießereien 2c.) benützt werden.

Bekannt ist daher der Flußspat in Deutschland schon lange und so alt als der Bergbau überhaupt. Schon Agricola (1520) nannte ihn „Fluß“ („fluores“) und rühmte seine schönen Farben („lapides sunt gemmarum similes, sed minus duri fluores; varii autem et jucundi colores eis insident“). Boëtius de Boot (1648) kennt bereits seine Phosphoreszenz („igne admotu noctulucens“), und Schwanhard in Nürnberg benützte ihn schon 1670 zum Glasäzen; aber erst Scheele wies 1771 die besondere Säure darin nach, die dieses Äzen ermöglicht, nämlich eben die Flußsäure. Die dichten Massen nannte der alte Werner schlechtweg „Fluß“, und noch heute wird dieser Name in den Hüttenwerken zur Bezeichnung des als Zuschlag benützten Flußspats gebraucht.

Doch wir gehen jetzt von den Fluß- und schwefelsäurehaltigen einfachen Gesteinen über zu einem solchen, das mit Kohlensäure, beziehungsweise Bittererde verbunden ist und in der Natur eine noch weit größere Rolle spielt, als Gips oder Schwerspat, es ist dies

Kapitel IV:

Der Kalk und Dolomit,

d. h. kohlensaurer und magnesiahaltiger Kalk, der zum Teil ganze Gebirge zusammensetzt. Haben wir doch in unsern sämtlichen Sediment- oder Flözgesteinen vom Silur an bis zur Gegenwart oft mächtige Gebirge in der Form von Kalkstein entwickelt. Man denke an die Kalkalpen (Zugspitze, Säntis 2c.), an die Dolomiten Südtirols, die ja auch ursprünglich kohlensaurer Kalk waren, an Jura, an Muschelkalk- und Kreidegesteine u. s. w.

I. Der reine kohlensaure Kalk löst sich in (Salz-) Säure unter starkem Aufbrausen vollständig auf, indem die Kohlensäure dabei weggeht. Dies ist und bleibt immer

das beste Erkennungszeichen, insbesondere bequem auch dann, wenn wir untersuchen wollen, ob in irgend einem andern, einem Sand- oder Schieferstein auch Kalk enthalten ist. Ein paar Tropfen Salzsäure darauf gegossen zeigen dies sofort: braust die Masse auf, so ist Kalk da; verhält sie sich ruhig, so fehlt derselbe.

Die Farbe des Kalks ist an und für sich rein weiß; in der Regel ist er aber durch allerlei Beimengungen (Mangan- und Eisenoxydul, Thon und Bitumen) verunreinigt und nimmt infolge davon die verschiedensten Färbungen an: Mangan macht schwarz und scheidet sich oft in Spalten und Fugen der Kalkbänke dendritisch aus, so daß die Platten wie mit schwarzem Moos oder „Bäumchen" bedeckt erscheinen*); Eisen giebt rote, gelbe und braune, Thon und Bitumen graue und schwärzliche Farbentöne, und so finden wir in der Natur gefleckte, geflammte, gestreifte, geaderte Kalksteine, die, wenn das Korn gleichmäßig und fein ist, viel unter dem Namen „Marmor" laufen, zumal wenn man sie geschliffen hat; stammt ja doch auch die Bezeichnung „marmoriert" eben von diesen gefleckten Kalksorten her.

Sehr häufig ist dem kohlensauren Kalk auch Bittererde beigemengt, wodurch er nach und nach in Dolomit übergeht, ebenso kommt Kieselsäure viel mit ihm verbunden vor.

Der Kalk selbst zeigt sich uns in der Natur in allen 3 Formen: krystallisiert, krystallinisch und derb (amorph) und nimmt eine ganze Menge von Abarten an, davon wir wenigstens die wichtigsten aufzählen wollen, da sie so gar häufig uns draußen zu Gesicht kommen. Bezüglich der

a) Krystallbildung müssen wir übrigens daran erinnern, daß der kohlensaure Kalk, wie manche Mineralien, dimorph („doppelgestaltig") ist, d. h. daß er entweder in Rhomboëdern (der gewöhnliche Kalkspat) oder als gerade rhombische Säule (der sogen. „Aragonit", weil die ersten

---

*) Vgl. Fig. 3 auf Taf. IX, welche diese „Mangandendriten" auf einer Kalkplatte zeigt.

untersuchten Stücke von Aragonien stammten) krystallisiert. Möglicherweise hängt die eine oder andere Bildung davon ab, ob sich der Kalk aus heißen oder aus Wassern gewöhnlicher Temperatur niederschlägt. In ersterem Fall bekommen wir Aragonit (z. B. in den Ablagerungen des Karlsbader Sprudels), in letzterem gewöhnlichen Kalkspat; dieser ist auch etwas weicher als jener, dem Stoff nach sind sie einander aber völlig gleich (beide bestehen aus reinem kohlensauren Kalk), und auch das Aussehen hat viele Ähnlichkeit mit einander.

Selbstverständlich trifft man in der Natur da, wo Kalkspatkrystalle Gelegenheit hatten sich auszubilden (also in Hohlräumen, Spalten, Gängen, Klüften von Kalkgebirgen, in Kammern von Schnecken und Muscheln ꝛc.), nicht immer die Form von Rhomboëdern, die Krystalle sehen oft ganz anders aus, bilden stachlichte Überzüge, strahlige Säulen, traubige Stöcke u. dgl., sind auch nicht immer schneeweiß und glasartig, sondern oft honiggelb und sogar (durch Mangan gefärbt) schwarz. Wenn man aber die verschiedenen Krystalle (Spitzen, Säulen, Skalenoëder) in kleine Stücke zerschlägt, so zeigt sich doch schließlich als Grundform immer wieder das Rhomboëder.

Der Kalkspat ist endlich, worauf wir noch besonders aufmerksam machen, doppelbrechend, d. h. alles, was man durch denselben hindurch sieht (eine Linie, ein Buchstabe) erscheint doppelt. Freilich kann man diese Beobachtung nur an den allerklarsten Kalkspatsorten machen, die ziemlich selten vorkommen (am berühmtesten in dieser Hinsicht ist der „Doppelspat von Island“); thatsächlich aber kommt die Eigenschaft allem Kalkspat zu, und auch schon unsere bloß „durchscheinenden“ Stücke lassen die Sache erkennen.

„Spätig“, d. h. krystallisiert erscheint weiter der kohlensaure Kalk auch in den Schalen gewisser Tiere, und zwar schon während des Lebens derselben (Seelilien, Seesterne, Seeigel und deren Stacheln), um so mehr aber dann natürlich in versteinertem Zustand. Auch in den Schalen rezenter

Schnecken und Muscheln ist der kohlensaure Kalk, aus dem sie bestehen, nach besonderen Gesetzen, meist in strahliger Form, abgelagert; dasselbe Gefüge zeigen die Belemniten, die außerdem häufig (zumal im Schwarzen Jura) noch Bitumen enthalten und deshalb beim Zerschlagen eigentümlich riechen (stinken, weshalb derartige bituminöse Gesteine kurzweg „Stinkstein" heißen).

Etwas anders stellen sich

b) die krystallinischen Gebilde des kohlensauren Kalks dar, nämlich in der Form von Zuckerkorn. Dieser „zuckerkörnige Kalk", namentlich in seiner reinsten und feinsten Ausbildung, wie er z. B. in Carrara vorkommt, führt von Rechtswegen eigentlich allein den Namen „Marmor" („carrarischer Marmor"). Nach und nach aber hat man sich gewöhnt, auch eine Menge Sorten von „dichten Kalksteinen", wenn nur das Korn fein ist und der Stein eine schöne Politur annimmt, mit dem Namen „Marmor" zu beehren. Ja, die italienischen Künstler lassen noch ganz andere als Kalkgesteine, z. B. Serpentine, Porphyre ꝛc. unter dem Namen „Marmor" laufen.

Der zuckerkörnige Kalk besteht aus lauter wirr durch einander gewachsenen Kalkspatindividuen, bildet meist ungeschichtete Massen und gehört größtenteils den ältesten Formationen (den krystallinischen Schiefern, also der archäischen Zeit) an. Die vielgenannten und seit alter Zeit für die Kunst so hochgeschätzten Marmore von Südeuropa allerdings (die Inseln Paros und Naxos für Griechenland, die Brüche von Carrara bei Pisa für Italien) stammen aus jüngerer, nämlich mesozoischer Zeit (Trias oder Jura). Bekannt ist die technische Benützung dieses herrlichen Gesteins, dessen reinsten Sorten zu Skulpturen („Statuenmarmor") verarbeitet werden, die dann beim Schliff jenen wunderbaren Glanz bekommen, den man kaum recht beschreiben kann.

Die minderwertigen Sorten, die auch nicht mehr schneeweiß, sondern bläulich, gelblich, oft grau gefärbt sind und natürlich die größere Masse bilden, dienen als Werk-

steine, und ihnen vornehmlich verdankt Ober- und Mittelitalien seine kirchlichen und profanen Prachtbauten. So sind die Dome von Pisa, Siena, Orvieto ꝛc. von karrarischem Material, derjenige von Mailand aber aus dem ähnlich prächtigen Marmor von Ornavasso (im Tocethal, oberhalb des Lago maggiore) aufgeführt.

Auch der ganz ähnliche Marmor von Laas im Vintschgau hat neuerdings große Bedeutung erlangt; ebenso kommt dasselbe schöne Zuckerkorn bei Predazzo (Südtyrol) vor und zwar dort als Umwandlungsprodukt aus gewöhnlichem Kalk infolge von Erhitzung durch emporgedrungene feuerflüssige Lava (Melaphyr), wie wir früher erwähnt haben (S. 24. S. 39 ff.).

Ob auch der „karrarische" und überhaupt aller zuckerkörnige Marmor auf diese Weise, d. h. durch „Anwärmung vom Erdinnern aus" entstanden ist, bleibt eine offene Frage. Auch das ist nicht leicht zu erklären, wie gerade dieser Marmor in die krystallinischen Schiefer (als sogen. „Urkalk") hineingekommen sein soll, wo er ja bekanntlich manche berühmte Lagerstätte hat (bei Auerbach an der Bergstraße, bei Wunsiedel im Fichtelgebirg, bei Germsdorf im Riesengebirg, an vielen Plätzen in den Vereinigten Staaten Nordamerikas, und fast an all diesen Punkten im Gneis als „Lager" oder in „Stöcken" und „Linsen" eingebettet).

Überall aber, wo dieser zuckerkörnige Marmor auftritt, ist er von bedeutender Mächtigkeit, also ein geradezu gebirgsbildendes Gestein. So bestehen die Berge um Karrara in hunderten von Metern aus demselben und erstrecken sich stundenweit fort; vom Thal aus gesehen aber glänzen die Marmorbrüche wie mächtige Schneefelder herab.

Eine grobkörnige Abart des krystallinischen Kalks ist der Kalksinter und Tropfstein, wie er uns so häufig in Spalten und Gängen als Überkrustung oder Aus-

füllung, und dann insbesondere in unsern Höhlen in den bekannten, reizenden und so überaus mannigfaltigen Gebilden entgegentritt. Auch die knollenartigen oder trauben- und nierenförmigen Stücke, die wir so oft in Klüften und zwischen Fugen unserer Kalkbänke treffen, bestehen aus krystallinischem kohlensauren Kalk; doch geht derselbe hier manchmal in förmlichen Kalkspat, d. h. in die eigentliche Krystallform über.

Zu den Sinterbildungen dürfen wir auch den bekannten Karlsbader „Sprudelstein" rechnen, der seine Entstehung den dortigen heißen Quellen verdankt, die ihren Kalk auf welliger Unterlage abzusetzen pflegen, wobei verschiedengradige Beimengung von Eisenoxyd verschiedene Farbenbänder hervorruft. Ganz ähnliche Verhältnisse müssen aber schon in früheren Erdperioden vorhanden gewesen sein; so beherbergt z. B. Schwaben aus der Tertiärzeit eine fast aufs Haar hin gleiche Bildung in dem sogen. „Böttinger Marmor" (Böttingen bei Münsingen, dessen Straßenpflaster daraus besteht), der früher viel zur Dekoration für württembergische Schlösser verschliffen ward.

Die Tropfsteingebilde unserer Höhlen aber kennt wohl jedermann zur Genüge, mit den bizarren Gebilden ihrer Stalaktiten und Stalagmiten, die wie Eiszapfen von der Decke herabhängen oder wie durchsichtige Schleier an den Wänden kleben. Ihre Entstehung ohnedem haben wir im „grundlegenden Teil" schon erklärt (vgl. S. 90 ff.). Wir haben daher nur noch

c) die derben oder dichten (amorphen) Bildungen des kohlensauren Kalks zu besprechen, die freilich weitaus am häufigsten in der Natur vorkommen und oft mächtige Gesteinsmassen, ja ganze Gebirge zusammensetzen. Hier ist in erster Linie zu nennen

α) der gewöhnliche oder gemeine Kalkstein, der freilich unter dem Mikroskop auch noch krystalli-

nisches Gefüge zeigt; nur ist dasselbe so fein, daß die Masse dem bloßen Auge als dicht erscheint. Er ist meistens einfärbig, weiß, grau, gelblich, rötlich, manchmal auch gefleckt und geflammt, zeigt einen muschligen Bruch und ist häufig durch Beimengungen, namentlich von Thon und Kieselsäure verunreinigt. Fremde Bestandteile sind selten eingebettet (hie und da Schwefelkies, Zinkblende, Bleiglanz ꝛc.), um so häufiger aber Versteinerungen. Auch zeigt er unter normalen Verhältnissen eine ausgezeichnete Schärfe und Deutlichkeit der Schichtung, wie er denn auch weitaus die größte Rolle in allen geschichteten Gesteins- oder Sedimentformationen spielt. Bei seinem massenhaften Vorkommen erzeugt der gewöhnliche Kalkstein natürlich auch eine Menge Abänderungen, davon wir als die wichtigsten etwa folgende nennen: Als

Marmor, freilich im uneigentlichen Sinn des Worts, da der Name von rechtswegen nur dem krystallinischen, zuckerkörnigen Kalk zukommt, bezeichnet man allgemein die möglichst reinen Sorten des dichten Kalksteins, deren feines und gleichmäßiges Korn jeweils einen guten Schliff annimmt, namentlich dann, wenn sie durch irgend welche Beimengungen gefleckt, geflammt, geadert, d. h. eben „marmoriert“ erscheinen.

Solches Geäder rührt sehr häufig hier von Versteinerungen her, die in den Kalk eingelagert sind und deren Formen (Zweige und Äste von Korallenstöcken, wie bei dem devonischen Marmor aus Belgien oder dem tertiären bayrischen aus Neubeuren a. Inn, der z. B. die schönen Säulen in der Basilika in München geliefert hat, ebenso bei den roten Sorten von Alpenkalk, deren herrliche Tafeln die Wände der Walhalla bei Regensburg bekleiden; Schalen von Muscheln und Schnecken, wie bei dem Gryphitenmarmor aus dem unteren Lias Schwabens oder dem Schnecken- und Ammonitenmarmor der Alpen- u. s. w.) dann

wunderbar bei der Politur, meist als weiße Linien auf dunkelm Hintergrund sich abheben.

Dann wieder sind es häufig Kalkkonglomerate, deren verschiedenfarbige, meist gerollte Brocken ebenfalls poliert ein gar hübsches Bild geben (ähnlich den aus gerollten Kieselbrocken zusammengebackenen „Puddingsteinen“ Englands; vgl. uns. Bild auf Taf. IX Fig. 2).

Oder ist es auch ein seltsames Gebrochensein der Schichten, deren geschliffener Querschnitt dann bei einiger Phantasie an Mauern und Türme einer Stadt erinnern kann (der sogen. „Ruinenmarmor,“ der früher unter den „Naturspielen“ eine hohe Bedeutung eingenommen hat).

Aber auch die ganz gewöhnlichen, einfärbigen, oft mit ziemlich viel Thon gemengten Kalkplatten nehmen poliert den schönsten Marmorcharakter an, wenn nur das Korn recht gleichmäßig ist. Wir erinnern in dieser Beziehung nur an die geschliffenen Lithographiersteine von Solenhofen, sowie an die polierten Tischplatten aus den Boller Schiefern. Wenn erstere noch ihre schönen Mangandendriten (s. Taf. IX Fig. 3) haben und letztere etwa die Krone einer Seelilie angeschliffen zeigen, so erhöht das die Schönheit solchen „Marmors“ noch um ein beträchtliches. Auch der sogen. „Böttinger Bandmarmor“, von dem wir schon geredet (S. 162), oder der Karlsbader Sprudelstein kann als ächter Marmor hier aufgeführt werden.

Wenn dagegen in der Künstlerwelt oder beim gewöhnlichen Publikum oft noch eine Menge anderer Gesteinsarten als „Marmor“ bezeichnet werden (schließlich läuft ja fast jeder „geschliffene“ Stein unter diesem Namen), so ist das allerdings wissenschaftlich betrachtet, durchaus falsch; denn in Wahrheit kommt jener Name nur dem (kohlensauren) Kalk zu, sei's dem krystallinischen, sei's dem derben, (niemals aber z. B. dem Serpentin, dem Syenit ꝛc.).

Neben den oben genannten „Marmor“sorten, die man

natürlich noch um Dutzende vermehren könnte, unterscheidet man dann beim dichten Kalkstein nach andern Kategorien noch eine ganze Anzahl von Abarten. So redet man z. B. von

thonigem Kalkstein, von kieseligem Kalkstein, von bituminösem Kalkstein oder Stinkkalk, weil beim Zerschlagen oder Zerreiben des letzteren sich ein eigentümlicher Geruch entwickelt (z. B. Stinksteine des schwäbischen Lias ε). Auch der sogen. Brandschiefer mag hier genannt werden, dessen Masse so sehr mit bituminösen Stoffen getränkt ist, daß die Stücke mit rußiger Flamme brennen (Posidonienschiefer des Lias ε in Württemberg ꝛc.). Im übrigen erklären sich die angeführten Namen von selbst.

Nach ihrer Stellung in der Formationsreihe pflegt man dann weiter etwa zu reden von

Kohlenkalk, Zechsteinkalk, Jurakalk u. s. w., wobei wieder schon im Namen ausgesprochen liegt, was jeweils damit gemeint ist. Den früher vielgebrauchten Namen „Alpenkalk“ hat indes die neuere Wissenschaft mit Recht wieder aufgegeben. Denn während man früher die gesamte Gesteinsmasse unserer Kalkalpen kurzweg mit jenem Namen bezeichnete, hat man bei näherer Untersuchung dieser Kalke und ihrer versteinerten Einschlüsse gefunden, daß die Kalke in den Alpen gar sehr verschiedenen Formationen angehören, wie denn z. B. die bayrischen Alpen hauptsächlich Kalkstein aus der Trias führen, während z. B. der Kalk des Säntis und der Axenstraße (am Vierwaldstättersee) der Kreide angehört u. s. f. Endlich wird als Einteilungsprinzip für verschiedene gebirgsbildende Kalksteine die Lokalität benützt, an welcher sie in besonders hervorragender Weise vorkommen.

In dieser Hinsicht redet man z. B. von

Eifeler Kalk (aus der Devonformation der Eifel), von Hallstädter Kalk (am Hallstädter See), von Untersberger Marmor und rotem Adneter Kalk (Untersberg und Adnet im Salzkammergut u. dgl.). Ebenso wird oft

von Solenhofer und Boller Schiefern gesprochen, und jedermann weiß dann, was für Gesteine damit gemeint sind.

Der Kalkstein tritt aber außer in der gewöhnlichen Form von dichtem, thonigem auch noch in allerlei anderem Gefüge auf und da nennen wir, auch hier wieder nur das Wichtigste aufzählend, etwa noch

β) den oolitischen Kalkstein, von dessen Wesen und Entstehung wir früher schon geredet haben (S. 114). Er besteht aus hirsekorn- bis erbsengroßen Kalkkügelchen, von konzentrisch-schaliger oder radial-fasriger Struktur, die entweder in einem kalkigen Thon eingebettet liegen (vgl. uns. Bild Taf. VIII, Fig. 2) oder aber fast ohne Bindemittel hart an einanderstoßen. Die letzteren, namentlich wenn sie Erbsengröße wie im Karlsbader Sprudel erreichen, heißt man dann auch wirklich Erbsenstein oder (lat.) Pisolit. Sie enthalten meist einen fremden Körper, ein Sandkorn oder ein Muschelschälchen im Innern, zum deutlichen Zeichen, wie sie entstanden sind. Oolithe dagegen mit radial-fasrigem Gefüge, die durch thoniges, mergliges oder erdiges Gefüge mit einander verbunden sind, faßt man unter dem Namen „Rogensteine" zusammen. Solche gewöhnliche „Oolithe" bilden oft mächtige Berge, so namentlich im Braunjura (der daher auch kurzweg „Oolit" heißt), z. B. auf der Westseite des Schwarzwalds, in der Schweiz, in Frankreich und England. Allerdings ist hier vielfach auch Eisen mit eingemengt, so besonders im schwäbischen Jura; dann heißt man dieses thonige Eisenerz gewöhnlich Eisenoolit (Wasseralfingen, Aalen, oberes Donauthal ꝛc.; Taf. VIII, Fig. 2).

Wieder ein anderes Gesicht zeigt

γ) der poröse Kalkstein, auch Kalktuff, Kalksinter, Travertin genannt, über dessen Namen und Bildung ebenfalls schon im grundlegenden Teil gehandelt wurde (S. 92 ff.). Er gehört der allerjüngsten Erdperiode, dem Alluvium an; denn er setzt sich noch jetzt fortwährend vor unsern Augen aus kalkhaltigem Wasser ab, das über Felsen, Moos,

Wurzeln u. dgl. herabrieselt. Seine Bedeutung für die Technik ist groß; denn überall wird er als Baustein benützt, der die angenehme Eigenschaft hat, daß er, im Boden weich, an der Luft mehr und mehr erhärtet. So kann man die frischgebrochenen Tuffsteinquader z. B. leicht sägen, später aber werden sie ungemein hart und bleiben jahraus jahrein trocken. Schon die alten Römer holten diesen Stein von Tivoli (Tibur, daher lapis Tiburtinus oder „Travertin“) zu ihren Riesenbauten in der Hauptstadt, und das Mittelalter machte dies nach. Dieselben Bildungen finden sich aber natürlicherweise überall, wo Kalkgebirge dem Wasser Gelegenheit zu solchen Sinterprodukten bieten, z. B. in fast allen Thälern der Alb.

Sein poröses, schwammiges Wesen verdankt es eben seiner Bildungsweise. Die vielen darin eingeschlossenen, heute noch lebenden Schnecken, Muscheln, Tierknochen, sowie insbesondere die Stengel und Blätter von Pflanzen zeigen, daß wir es eigentlich nur mit Inkrustation (Überrindung mit Kalk) von solchen fremden Körpern zu thun haben. Daß aber derartige Vorgänge bis ins Diluvium, hin und wieder sogar bis ins Tertiär zurückreichen, zeigen z. B. die Sauerwasserkalkablagerungen bei Cannstatt (mit Mammutresten) oder der Kalksteinbruch bei Engelswies (in der Nähe von Sigmaringen), in welchem die dort vorkommenden tertiären (obermiocänen) Schnecken meist übersintert („Mumien“ geworden) sind. Daß vielfach in kleineren oder größeren Höhlen dieser Masse sich herrliche Gebilde von „Tropfstein“ erzeugen, ja daß der „Tuff“stein in solchen „Tropf“stein übergeht, liegt in der Natur der Sache. Endlich nennen wir den

δ) erdigen Kalkstein oder die Kreide, eine weiche, milde, erdige Masse, in vollständig reinem Zustand schneeweiß, öfters aber durch Thon und Eisen grau, gelblich oder bräunlich geworden. Die ächte Kreide besteht aus fast reinem kohlensauren Kalk und zwar genauer und unter dem Mikroskop angesehen aus lauter zertrümmerten Schalen und

Schälchen von Muscheln und Schnecken, von Bryozöen und Foraminiferen, die durch Zersetzung und Verwitterung erdig und eben damit „schreibend" geworden sind. Die eigentliche „Schreibkreide", die der ganzen Kreideformation den Namen gegeben hat, aber nur deren alleroberste Schichten bildet, tritt an der Südküste Englands bei Dover (und auf normannischer Seite bei Calais), besonders großartig aber auf der Insel Rügen (Stubbenkammer) auf, wo sie mächtige, hunderte von Metern hohe Felsen erzeugt.

Vielfach ist dieser „oberen Kreide" Feuerstein beigemengt, der sich in Schnüren, Knollen und ganzen Bänken absondert. Auch grünliche Körner (sogen. Glaukonit) durchsetzen stellenweise meilenweit und in vielen Metern Mächtigkeit die Schichten der oberen und mittleren („glaukanitischen") Kreide.

Im übrigen kann der kohlensaure Kalk infolge von Verwitterung überall, wo er rein auftritt, zu „Kreide" werden, d. h. ein erdiges Aussehen annehmen, wie denn in der Gegend von Ulm (Thalfingen, Mundingen) Jahrzehnte hindurch aus den dortigen Tertiär- (Miocän-) Kalken „Kreide" geschlemmt wurde. „Kreidig" sind sodann auch gewisse andere Tertiärkalke, so z. B. diejenigen von Steinheim bei Heidenheim, von Öningen bei Stein a. Rh., von Aix les Bains in Südfrankreich, vom Monte Bolca bei Verona u. s. w. Ebenso gehört hieher die sogen.

Montmilch, die nesterweise oft in großer Menge in den Kalkhöhlen vorkommt. Sie besteht aus kohlensaurem Kalk, dem aber stets Wasser beigemengt ist, und hat erdiges Gefüge, das unter der Hand zerbröckelt. Der offenbar richtige Name „Bergmilch", den schon Plinius kannte (lac montis) wurde im Mittelalter mißverstanden und aus der „Mont"-eine „Mond"milch gemacht, wie denn ja auch sonst dem Mond allerlei abergläubischer Einfluß auf irdische Vorgänge zugeschrieben wurden. Kein Wunder, wenn unter solchen Umständen der kohlensaure Kalk auch in dieser Form als Heil-

mittel angewendet und in den Apotheken (unter dem Namen „lac lunae“) feilgeboten wurde, so gut wie die Sepienschulpe, Seeigelstacheln, Belemniten u. dgl., die alle schließlich eben auch nichts anderes sind, als „kohlensaurer Kalk.“

Wirklich etwas anderes aber ist

II. der Dolomit, obwohl derselbe eigentlich erst Ende des vorig. Jahrhunderts von jenem französischen Gelehrten, dessen Namen er trägt, als etwas besonderes nachgewiesen worden ist.

Früher hielt man dieses Gestein eben auch für eine der vielen Abarten des gewöhnlichen Kalks; erst Dolomieu stellte fest, daß in allem Dolomit neben dem kohlensauren Kalk auch noch ein bestimmter Prozentsatz von kohlensaurer Bittererde (Magnesia) enthalten sei; und zwar soll der normale Dolomit 54 Teile Kalk und 46 Teile Magnesia enthalten.

In der Natur wird freilich selten gerade diese genaue Mischung beider Mineralien vorkommen; denn thatsächlich ist fast jedem Kalkgestein auch etwas Bittererde beigemengt, und dann wieder kann letztere so sehr vorschlagen, daß sie weit mehr als die Hälfte (über 50 %) bildet. Im übrigen redet man wohl auch dann noch von Dolomit, wenn das betreffende Gestein auch nur 30, ja wohl nur 20 % kohlensaure Bittererde führt.

Der Dolomit unterscheidet sich nicht eben schwer vom Kalkstein, wenn man von beiden normale Stücke hat. Er ist etwas schwerer und etwas härter als der Kalkstein, und fühlt sich stets sandig an, zerfällt oft auch zu förmlichem Sand und wird als solcher technisch verwendet. Dieses sandige Gefüge rührt wohl davon her, daß der Dolomit fast immer in krystallinischer Form vorkommt, und hat umgekehrt wieder die Wirkung, daß Dolomitgesteine ganz besonders stark der Verwitterung ausgesetzt sind, daher die bizarren Felsen, Zinnen, Zacken und Nadeln in den Dolomitgebirgen, sei's der Alpen, sei's des Jura oder Muschelkalks, daher insbesondere auch die vielen Höhlen, die gerade in Dolomitgebieten noch häufiger vorkommen, als in reinen Kalksteinlandschaften

(die berühmten Höhlen bei Bayreuth und Muggendorf liegen alle im Dolomit, wie überhaupt der fränkische Weißjura fast ganz dolomitisiert ist.)

Auch das ist ein gutes Kenn- und Unterscheidungszeichen, daß der Dolomit in (Salz-) Säure *sehr wenig*, der Kalkstein dagegen *sehr stark braust*; ersterer löst sich darin sehr langsam, letzterer sehr rasch.

Öfters ist der Dolomit von unregelmäßigen eckigen Zellen und Höhlungen vollständig durchzogen. In diesem Fall heißt man das Gestein „*Rauchwacke*“ (wohl = „rauhe Wacke“). Dieselbe spielt hauptsächlich in den paläozoischen Kalken (Devon, Kohlenkalk) eine Rolle und findet sich z. B. ganz vorzüglich ausgebildet in den mächtigen Felspartien des *Altenstein* und *Hohlenstein* in Thüringen.

Die Wandungen solcher kleiner Höhlen sind dann meist mit Dolomitspatkryställchen (Bitterspat) austapeziert, wie solche Krystalldrusen übrigens selbstverständlich in allen Dolomitgebirgen vorkommen können und vorkommen.

Auch der Dolomit selbst ist an keine Formation gebunden; er kann in allen Kalkgesteinen auftreten und tritt auch auf, von der Devon- bis herab zur Tertiärzeit. Über seine Entstehung war im ersten Teil schon die Rede, und es wurde dort ausgeführt, daß der Dolomit zwar zweifellos als eine Umwandlung aus gewöhnlichem Kalk zu betrachten, daß aber die Frage, wie es dabei zugegangen, noch eine viel umstrittene sei (s. S. 93 ff.).

Der Dolomit tritt vielfach in großartiger Weise als *gebirgsbildend* auf, wenn wir nur an die gewaltigen Dolomitstöcke in den Alpen (Südtirol, Karwendel, italienische Alpen) erinnern. Aber auch der *Jura*, namentlich, wie vorhin angeführt wurde, derjenige in fränkisch Bayern, hat gar viele Dolomitgebiete, wie denn solche vereinzelt so ziemlich in allen Kalkgebirgen auftreten (Muschelkalkdolomit, Rauchwacke im Devon 2c.). Für schwäbische Leser insonderheit er-

innern wir an ein paar hübsche Dolomitvorkommnisse im Albgebiet. In erster Linie sei hier das Wenthal (bei Heidenheim) genannt mit seinen bizarren Felsgebilden, dann die Gegend von Blaubeuren, wo wenigstens einzelne Felsen dolomitisch sind.

Auch die romantischen Felsgruppen des vielbegangenen Donzel- oder Felsenthals (Geislingen-Eybach) bestehen aus Dolomit, und ebenso kommt dieses Gestein, manchmal als reiner, glitzernder Sand, nesterweise fast überall auf der Hochfläche der Schwabenalb (im oberen Weißjura) vor. Die Bauern graben sogar öfters darnach, um den Sand zum Bauen zu holen. Auch dürfte der zuckerkörnige Kalk (sog. „Zuckerkorn" oder „Lochfelsen"), der so vielfach die Felsen des Weißjura ε bildet, und wahrscheinlich aus dem echten „Marmor" hervorgegangen ist, bereits den Übergang zum echten Dolomit darstellen.

Weiter gehört in diese Reihe der „einfachen Gesteine":

III. der Mergel, der gar nichts anderes ist als ein mit Thon gemengter Kalkstein oder Dolomit, und zwar so, daß jeweils 20—60 % Thon der Masse sich beimengt, wozu dann noch Glimmerschüppchen und (Quarz-) Sand-, oft auch grüne Glaukonitkörner sich gesellen. Kalkstein, Dolomit und Mergel spielen in sämtlichen Flözgesteinen eine ganz hervorragende Rolle, ja man kann sagen, diese drei setzen hauptsächlich die Erdkruste, soweit sie aus geschichtetem Material besteht, zusammen.

Da der Prozentsatz des Thons, wie wir eben hörten, beim „Mergel" so sehr schwankt, so ist es begreiflich, daß der Unterschied zwischen Mergel- und eigentlichen Thongesteinen oft ein sehr fließender ist. Herrscht der Thon (d. h. die kieselsaure Thonerde, die meist als Schlamm in früheren Meeren sich absetzte) bedeutend vor, so daß die Masse plastisch wird und sich fettig anfühlt (Töpferthon), so redet man allerdings nicht mehr von Mergel, sondern heißt das Gemenge eben Thon-

gestein (z. B. der Amaltheen- oder Ornatenthon im schwäbischen Jura, dort aus Lias δ, hier aus Braun Jura ζ).

Tritt dagegen der eigentliche Thon mehr zurück und an seine Stelle Sand, Kalk oder Dolomit, so wird das Gestein „mager"; in diesem Fall reden wir dann von Mergeln (z. B. Numismalismergel des Lias γ im schwäbischen Jura). Dieser Mergel zerfällt an der Luft in kleine, eckige Schieferschuppen, die an den Halden abbröckeln und herabrollen. Und hier eben bekommen wir dann meist gewisse Mitteldinge zwischen Mergel und Thon, die man entweder mit diesem oder mit jenem Namen bezeichnen kann.

So redet z. B. Quenstedt zwar von Turneri- und Opalinus-„Thon" (Lias β und Braun Jura α); es würde aber gewiß ebenso richtig sein, diese beiden Gesteinsschichten „Mergel" zu heißen.

Die Mergel sind in der Regel durch Eisenoxydul und Eisenoxydhydrat grünlich, gelblich oder braunrot gefärbt. Vielfach ist auch Bitumen (ölhaltiger Stoff, von Pflanzen oder Tieren herrührend) beigemengt, was dann der Masse eine dunkle, oft schwarze Färbung giebt und beim Zerschlagen einen eigentümlichen („bituminösen") Geruch hervorruft. Zu solchen bituminösen Mergeln gehört z. B. der oben schon (s. S. 165) genannte Stinkstein sowie der berühmte

Kupferschiefer von Mansfeld, auf dem der dortige altberühmte Bergbau (Eisleben, schon von Luther her bekannt) beruht. Das wohl von den vielen versteinerten Fischen herstammende Bitumen hat jenes Gestein fast dunkelschwarz gefärbt; das darin vorkommende Kupfer ist in ganz feinen, dem bloßen Auge kaum sichtbaren Körnchen beigemengt.

Manche Kalkmergel sind, wie schon gesagt, mit grünen Pulverkörnern durchsetzt, so in Westfalen, in Frankreich, an der atlantischen Küste von Nordamerika, wo sie oft meilenlange, Dutzende von Metern mächtige Schichten bilden, die meist der Kreidezeit entstammen (also der Kreideformation an-

gehören); man nennt dieselben gar nicht unpassend Glaukonitmergel.

Auch die oben schon (S. 165) berührten Brandschiefer wären hierher zu rechnen; es sind dies dunkelbraune, oft pechschwarze Schiefergebilde, die einen so starken Bitumengehalt haben, daß sie mit rußender Flamme brennen (Oschatz in Sachsen, Seefeld in Tirol). Ebenso gehören die bekannten Posidonienschiefer (Boll) hieher, desgleichen die sogen. Blätterkohlen (Dysodil, aus der Braunkohle, also der Tertiärzeit stammend). Haben doch gerade die Mergel eine besondere Neigung, in Schiefergestalt aufzutreten, was wohl immer Folge von Druck sein dürfte. Sind solche (bituminösen)

Mergelschiefer von recht gleichmäßigem Korn, so daß sie eine schöne Politur annehmen, so kann man sie ohne weiteres auch „Marmor“ heißen, da ja immer ein bedeutender Prozentsatz von kohlensaurem Kalk mit darin steckt, wie wir denn oben schon den „Tafelfleins“ des Lias = (Posidonienschiefers) unter den verschiedenen Marmorarten mit aufgezählt haben (S. 165).

Von geringerer Verbreitung und daher untergeordneterer Bedeutung in der Natur sind unter den einfachen Gesteinen

Kapitel V:

die phosphorhaltigen Bildungen (Apatit),

die überdies wohl immer auf Tierreste oder Exkremente von Tieren zurückzuführen und daher in gewissem Sinn zu den zoogenen Gesteinen zu rechnen sein dürften. Da sie aber doch hie und da einen nicht ganz unbedeutenden Anteil an der Bildung der Erdkruste nehmen, auch wegen ihrer technischen Verwendung (als Düngungsmittel) namentlich in der Gegenwart einen ziemlichen Ruf erlangt haben, wollen wir sie doch nicht ganz übergehen. Wir rechnen hieher in erster Linie

a) den Phosphorit, ein fasriges bis dichtes Apatitgestein von weißlicher, graulicher oder gelblich-brauner Farbe, das Kluftausfüllungen und Ablagerungen in paläozoischen Kalken (Nassau a./Lahn, Amberg in Bayern) oder auch förmliche Lager und Flöze zwischen Thonschiefern bildet (Estremadura in Spanien, Südrußland, Belgien) und daher in gewissem Sinn auch den Thon- und Mergelgesteinen an die Seite gestellt werden kann. Weiter machen wir an dieser Stelle aufmerksam auf die sogen.

b) Bonebeds (engl. „Beinbette") d. h. Gesteinsbänke, die fast aus lauter zerstreuten Tierresten (Schuppen, Zähnen, Knochen, Wirbeln, insbesondere aber Koproliten d. h. versteinerten Exkrementen von Fischen und Sauriern) zusammengesetzt sind. Sie treten in verschiedenen Formationen, hauptsächlich aus der mesozoischen Zeit, auf und können Schichten bis zu mehreren Metern Mächtigkeit bilden. Es sind ihrer ganzen Natur nach Stranderzeugnisse, indem die Wellen an alten Meeresufern diese Tierreste zusammengeschwemmt haben, die dann später durch ein (thonig-kalkiges) Bindemittel wieder verkittet wurden. In Württemberg sind solche Bonebeds aus Muschelkalk, Lettenkohle und unterstem Jura (Grenzschichte zwischen Keuper und Lias) bekannt, in England wurden ähnliche Vorkommnisse schon seit lange technisch verwertet. Ein ähnliches Gebilde aus neuer und neuester Zeit (Diluvium und Alluvium) stammend, so daß man dessen Entstehung zum Teil noch fortwährend beobachten kann, ist

c) der Guano. Er kommt in weißlichen, gelblichen oder schmutzigroten erdigen Anhäufungen vor, die einen scharfen Ammoniakgeruch besitzen, aus phosphorsaurem Kalk, Harnsäure ꝛc. bestehen und daher zweifellos das Produkt von Tieren (Vögeln) sind, deren Exkremente seit Jahrtausenden an den regenlosen Küsten von Peru (Chinchainseln) abgelagert wurden und wohl noch werden*). Sie stellen zum Teil solch ungeheure

*) vgl. Scheffels köstliches „Guanolied".

Mengen dar, daß man sie in der That als „gesteinsbildend“ bezeichnen kann, die auch mit zur Entwicklung und Veränderung der Erdkruste beitragen. Etwas ähnliches dürfte

d) der Chilisalpeter (Natronsalpeter, im Gegensatz zum [gewöhnlichen] Kalisalpeter) darstellen, der in den ebenfalls regenlosen Wüsten am Westabhang der Kordilleren in Südperu und Bolivia auf ungeheure Strecken ca. $1/2$—1 m mächtige Lager zwischen Thonschichten bildet und ebenfalls neuerdings ein bedeutendes Ausfuhrobjekt (über den Hafen Iquique) und ein gewaltiger Handelsartikel wegen seiner technisch-ökonomischen Verwendung geworden ist. Soll doch auch dieses „Gestein“, wie von manchen behauptet wird, das Erzeugnis der Exkremente und insonderheit des Harnstoffs der zahlreichen Lamaherden sein, die einst in diesen Gegenden hausten, und die bekanntlich die eigentümliche Gewohnheit haben, Kot und Harn stets an bestimmten Stellen abzusetzen, an welche sie zu diesem Behuf von weitem Umkreis in Haufen zusammenkommen.

Wir gehen weiter zu denjenigen „einfachen Gesteinen“, in welchen der Quarz oder Kiesel die ausschlaggebende Rolle spielt, die wir also kurzweg

Kapitel VI:

Quarz- und Silikatgesteine

heißen können, und führen als die wichtigsten darunter und zwar zunächst unter den eigentlichen

I. Quarzgesteinen

a) den Quarzit oder Quarzfels

auf. Derselbe, von weißer, grauer oder durch Beimengung von Eisenoxyd rötlicher Färbung, glasglänzend, zeigt ein körniges bis dichtes Gefüge und tritt meist in geschichteten

Bänken auf, die zwischen Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefer eingelagert, oft auch eben durch Reihen von Glimmerblättchen in solche Schichten geteilt sind. Er kommt hauptsächlich in den Alpen vor, wo man in den dortigen Glimmerschiefern oft meterdicke Quarzitbänke schneeweiß hervorschimmern sieht (ja nicht mit — dem viel weicheren — Kalk zu verwechseln).

Selbstverständlich spielt das Gestein auch erratisch eine große Rolle, da der fast unzerstörbare Quarz in großen und kleinen Geröllstücken überall in den durch Moränen von den Alpen herabgeführten Schuttmassen eingelagert und als festeste und härteste Masse auch da noch übrig geblieben ist, wo längst alles übrige „Gletschermaterial“ zu Sand, Staub, Thon oder Ackerkrume zerrieben ward. Sodann gehört hieher

b) der krystallinische Quarzsandstein,

auch kurzweg Krystallsandstein genannt, der aus lauter krystallinischen Quarzkörnern, von Hirsekorn bis Erbsengröße und darüber, zusammengesetzt ist, die nur durch ein äußerst spärliches kieseliges Bindemittel verkittet wurden, so daß man eigentlich nur Quarzkörner zu sehen bekommt. Wir erinnern in dieser Hinsicht an den untertriasischen Quarzsandstein in den Vogesen („Vogesensandstein“), an die Kieselsandsteine der Braun- und Steinkohlenformationen (Millstongrit Englands und Nordamerikas), auch an den weißen Keupersandstein Schwabens (sogen. „Stubensandstein“), von dem einzelne besonders kieselige Lager ganz vorzügliche Mühlsteine liefern. Auch für Monumentalbauten werden derartige Bänke als schätzbares Material verwendet (Neubauten am Kölner Dom).

c) Der Kieselschiefer (Lydit)

ist ebenfalls ein sehr hartes, unschmelzbares Quarzgestein, das aber, wie sein Name besagt, in schieferiger Form, und

zwar in lauter dünne Plättchen sich spaltend, auftritt und kein körniges, sondern ein vollständig dichtes Gefüge zeigt. Er hat eine dunkle, oft schwarze Farbe und ist überall von zahlreichen Schnüren und Adern weißen Quarzes durchzogen. Seine sehr dichten und gleichmäßigen, dunkelschwarzen Sorten heißt man Probierstein (Lydit), weil man früher das Gold an dem „Strich", den es auf dem Stein zurückläßt, nach seiner Ächtheit zu prüfen pflegte. Im Oberharz (bei Clausthal), im Fichtelgebirge (in der Nähe von Hof), in Böhmen (bei Beraun), in Sachsen (zwischen Freiberg und Hoffen), und an anderen Orten bildet dieses Gestein mächtige, meilenweite Schichtenfolgen.

d) der Feuerstein (Flint)

ist ein graues, gelbliches oder schwarzes, dem bloßen Auge vollkommen dicht erscheinendes Kieselgestein mit ausgezeichnet muschligem Bruch. Seine scherbenartigen Bruchstücke sind scharfkantig und an den Kanten durchscheinend. Seine schwarze Farbe rührt größtenteils von Kohlenstoff und dieser selbst wieder von organischen Resten her. Ist es doch höchst wahrscheinlich, daß die meisten Feuersteine, die sich namentlich in der weißen Schreibkreide (bei Dover und Aachen, auf den Inseln Rügen und Wollin) in Knollen, Schnüren und Lagern eingebettet finden, aus Kieselpanzern von mikroskopischen Lebewesen entstanden, also zoogener Natur sind. Vor Einführung der Perkussionswaffen und der Zündhölzer wurde mit diesen Feuer- oder Flintsteinen ein schwunghafter Handel getrieben, da man sie nicht bloß zum Feueranmachen am Herd, sondern auch zum Entzünden des Pulvers in den Gewehren („Flinten") benützte. Sie wurden fast durchweg aus der Champagne (ebenfalls der oberen Kreideformation angehörig) bezogen. Von dem Feuerstein zu unterscheiden ist der sogen.

e) Hornstein,

der freilich meist auch unter dem Namen seines eben abgehandelten Bruders läuft. Namentlich in Schwaben pflegt man die im oberen Weißjura (Weiß Jura ε u. ζ) so häufig vorkommenden Quarzgebilde kurzweg „Feuerstein“ zu heißen. Auch die Prähistoriker, die so viel mit „Feuersteinartefakten“ (Messer, Pfeilspitzen, Schabern ꝛc. aus diesem Material) zu thun haben, gebrauchen diesen Namen ohne viel Besinnen von sämtlichen, dem Weiß-Jura entstammenden derartigen Kieselstücken, die aber genau genommen und besehen, in Wahrheit lauter „Hornsteine“ sind.

Freilich ist die äußere Erscheinung beider sehr ähnlich. Auch der Hornstein zeigt wie der Feuerstein für das bloße Auge vollkommen dichte Struktur und ausgezeichnet muschligen Bruch. Dagegen ist seine Farbe selten grau oder gar schwarz, vielmehr (infolge von Beimengung von Eisenoxyd) gelblich, rötlich und braun, und die ganze Masse weit unreiner als diejenige des Feuersteins (scheint z. B. an den Kanten nicht durch). Auch er giebt, wie aller Quarz, am Stahl Funken (daher „Pflug- oder Eisenfresser“ von den schwäbischen Albbauern genannt), indem abgerissene Stahlspähnchen durch die Reibung glühend werden (umgekehrt wie beim Schwefelkies, an dem man ja freilich mit Stahl auch „Feuer schlagen“ kann; nur entstehen hier die Funken durch glühend gewordene Kiessplitter, die der härtere Stahl vom Schwefeleisen abgerissen hat). Aus diesem Grund ist es den Leuten ja nicht so sehr übel zu nehmen, wenn sie auf unsere Hornsteine den Namen „Feuerstein“ übertragen.

Das Gebilde kommt, wie gesagt, hauptsächlich im oberen Weiß-Jura*) in Form von eingesprengten unregelmäßigen

*) Hier sind ja auch die meisten Versteinerungen (Korallen der „Nattheimer Schichten“, Seeigel ꝛc.) „verkieselt“ d. h. in Quarz oder „Feuerstein“ verwandelt.

Knollen, Schnüren und Brocken bis zu Kopfgröße vor. Bei der ungemeinen Härte des Quarzes bleiben diese „Feuersteinstücke" auf den Feldern liegen, auch wenn längst aller Kalkstein verschwunden ist, in den sie einst eingebetttt waren. Doch bemerkt man auch an diesen harten Gesellen den Einfluß der die Verwitterung hervorrufenden Atmosphärilien; denn manche dieser Kieselknollen haben eine völlig zersetzte, erdig gewordene Kruste, nur der „Kern" ist noch ächter Quarz.

Neben den bisherigen Arten von Quarzgesteinen wäre zu nennen

f) der Jaspis,

unter dem sich ja freilich die Leute meist einen kostbaren Edelstein vorstellen, nicht wissend, daß der gemeine Jaspis eine oft in Menge vorkommende Abart des Quarzes ist, der sich durch rötliche Färbung auszeichnet und oft geradezu gesteinsbildend auftritt. Im Schwarzwald z. B. finden sich da und dort und zwar nnter dem Buntsandstein (im sogen. „Rotliegenden") mächtige Schnüre und Adern von solchem „Jaspis" oder „Karneol" eingebettet (so bei Schramberg, Herrenalb und an anderen Orten). Ganz besonders berühmt aber sind die riesigen Lager dieses Gesteins vom Oberen See (Lake Superior) in Nordamerika. Auch

g) der Süßwasserquarz

wäre hier zu nennen; bildet er doch ebenfalls oft förmliche Lager und Bänke, meist aus känozoischer Zeit (Tertiär und Diluvium). Er zeigt eine feinkörnige, oft dichte Masse mit splittrigem Bruch, die sich durch ihre Einschlüsse von Landschnecken und Pflanzen als Quellniederschlag kennzeichnet. In der Umgebung von Paris z. B. finden sich, zwischen losen Sanden oder Thonen eingebettet, große Mengen dieses Gesteins. Ein ganz ähnliches Vorkommnis haben wir auch in Schwaben, und zwar in dem alten Kratersee des Randecker Maars,

dessen tertiäre Wasserablagerungen nicht bloß Blätterkohle (Dysodil) erzeugt, sondern diese selbst an manchen Stellen durch Infiltration von Kieselsäure zu völligem Kieselschiefer umgeschaffen haben. Eine ähnliche Entstehung hat

h) der Kieselsinter oder Kieseltuff,

eine bald erdige, lockere oder poröse, bald feste und dichte Quarzmasse, die sogar Stalaktiten bilden kann und auch sonst an den Kalktuff äußerlich sehr erinnert. Sie ist ebenfalls das Erzeugnis von süßem Wasser, das aber immer heiß aus der Erde fließen muß, um solche Gebilde hervorzubringen. Am bekanntesten sind derartige, zum Teil ganz gewaltige Ablagerungen in der Nähe der sog. Geysirs (heißer Springquellen), deren Töpfe in dieser Weise von Sinterschalen umrahmt sind, so auf Neuseeland (vergl. uns. Fig. 21), im Yellowstonepark von Nordamerika und auf der Insel Island.

Eine andere Entstehungsursache haben unter diesen Quarzgesteinen

i) der Polierschiefer und Kieselguhr (Bergmehl).

Beides sind nämlich zoogene Gesteine, da sie lediglich aus den Kieselpanzern von Algen (Diatomeen) bestehen, die sich da und dort in ungeheuren Mengen angehäuft haben und metermächtige Lager bilden. Der Polierschiefer ist eine erdige, gelbliche, dünnschiefrige Kieselmasse, äußerst fein anzufühlen, die eben beim Polieren von Eisen und Metallgeräten Verwendung findet (Bilin in Böhmen); das Bergmehl dagegen ist, wie schon der Name andeutet, offenbar infolge von weiter fortgeschrittener Zersetzung zu einer weißen, mehlartigen, abfärbenden Anhäufung von Quarzmasse geworden, die aber, unter dem Mikroskop ebenfalls in lauter Diatomeenpanzer sich auflöst.



Fig. 21. Kieselsinterterrassen auf Neuseeland.

Aus solchem „Gestein“ besteht z. B. ein großer Teil des Untergrunds von Berlin; auch in der Lüneburger Heide findet sichs an vielen Stellen. Auch die „eßbare Erde“, die gewisse wilde Völkerstämme am Orinoko (die „Erdeesser“) zu verspeisen pflegen, dürfte aus solcher Kieselsubstanz bestehen, die dort in einen fetten Ton eingelagert ist.

An die eigentlichen Quarzite schließen wir nun unter den „einfachen Gesteinen“ noch etliche Felsarten an, die wir kurzweg unter dem Namen von

II. Silikatgesteinen

zusammenfassen können. Dahin gehört in erster Linie der

a) Hornblendefels (Amphibolit),

häufiger noch in der Gestalt von Hornblendeschiefer auftretend, da die schwarzen oder grünen Nadeln und Körner von Hornblende, aus denen er immer besteht, meist parallel sich aneinander legen, so daß ein geschichtetes Schiefergestein daraus entsteht. Doch kommt er auch in körniger Form vor, wodurch dann ein mehr massiges Aussehen entsteht. Er findet sich stets in die kristallinischen Schiefer (Gneis, Glimmerschiefer) eingebettet und mit diesen wechsellagernd sei's in Skandinavien, sei's in Böhmen oder in den Alpen, gehört also der archäischen (azoischen) Zeit an und tritt oft wirklich gebirgs- oder wenigstens gesteinsbildend auf. Eine besondere Abart ist der sog. Strahlstein oder die „edle Hornblende“, die meist in Glimmerschiefer eingebettet, aber oft auch größere Massen darin bildend, namentlich aus den Alpen (Südabhang des St. Gotthardt an der Straße nach Airolo, Klausen in Tirol, Savoyer Gebirge 2c.) bekannt ist, aber auch anderwärts in vielen Ländern (Ungarn, Schottland, Nordamerika) vorkommt (vgl. uns. Fig. 2 auf Taf. 1). Ihm nahe steht

b) der Chloritschiefer,

eine Zusammenhäufung von lauter (grünlichen) Chloritschuppen, die meist ebenflächig sich aneinander lagern, so daß auch dieses Gestein durchaus geschichtet erscheint. Er kommt in Gesellschaft und wechsellagernd mit Gneis und Glimmerschiefer vor, gehört also ebenfalls der archäischen Periode an und findet sich hauptsächlich in den Alpen (Monte Rosa, Großglockner), im böhmisch-mährischen Gebirge, im Ural (Katharinenburg) und in den Alleghanies von Nordamerika. Ebenfalls zu dieser Gruppe zu stellen ist.

c) der Talkschiefer,

aus lauter Talkschuppen zusammengesetzt und daher, wie der Talk selbst — was ja auch dessen Name besagen will — ein fettig sich anfühlendes Gestein von weißer oder lichtgrüner Färbung und deutlicher Schichtung. Der Talkschiefer kommt mit den beiden vorigen zusammen im Fichtelgebirge (bei Hof), in Schlesien (am Altvater), in den Alpen (Monte Rosa, Mont Blanc, Kärnthner Gebirg), im Ural und an vielen andern Orten gesteinsbildend vor und stammt also ebenfalls aus der archäischen Zeit.

Ein Mittelding zwischen den beiden letztgenannten stellt der auch technisch viel verwendete sogen.

d) Topfstein

dar, insofern er aus einer Mengung von Chlorit- und Talkschuppen besteht, wobei bald jene bald diese überwiegen. Das grünlich graue Gestein ist sehr mild und weich, läßt sich mit dem Messer schneiden, besitzt aber dabei eine große Zähigkeit und widersteht dem heftigsten Feuer. Dies macht die Masse sehr geeignet zu feuerfesten Töpfen (daher der Name) und Tiegeln; zu diesem Behuf

wird daher die Masse da, wo sie vorkommt, vielfach ausgebeutet. Es ist dies der Fall bei Chiavenna (südliche Alpen), bei Trondhjam (Norwegen) und bei Boston (Massachusetts). Zu demselben Zweck wird

e) **Der Serpentin** (Taf. IV, Fig. 1)

verarbeitet, das letzte der in diese Rubrik gehörenden Gesteine, das wir noch anführen wollen. Es ist freilich keine ursprüngliche, sondern eine wahrscheinlich aus Chlorit- und Talkschiefern durch Zersetzung umgewandelte Gesteinsart, die aber nicht nur sehr häufig vorkommt, sondern manchmal geradezu förmliche Bergmassen bildet.

Der Serpentin ist ein dichtes oder feinkörniges, mildes, im Bruch mattschimmerndes Gestein von düstergrüner, selten brauner Farbe, meist mit dunklen, flammigen oder geaderten Flecken bedeckt und deshalb mit einer Schlangenhaut verglichen (daher der Name; serpens lateinisch „die Schlange"). Da er sich bei seiner Weichheit leicht schneiden läßt, so wird er vielfach zu Nippsachen verarbeitet und geschliffen; aber auch für praktischen Gebrauch findet er Verwendung, wie denn die Reibschalen aus Serpentin in unsern Apotheken noch immer eine große Rolle spielen.

Das Gestein tritt öfters in massiger Form auf und bildet Gänge und Stöcke, welche das benachbarte Gebirg durchsetzen (so bei Predazzo in Südtirol). Doch findet es sich ebenso häufig auch geschichtet und bildet dann bald dünnere Platten bald dickere Bänke, die zwischen Gneis, Talk-, Chlorit- oder Glimmerschiefer eingelagert sind (so im sächsischen Granulitgebirge, am Greiner in Tirol, in den Alleghanies, im Ural 2c.) und ebendamit ihre Abstammung aus diesen und ihre Eingliederung in die archäische Zeit zu erkennen geben. Selten tritt es als Schiefer auf, (so bei Hoboken in der Nähe von New-York), bildet aber namentlich in den Alpen sehr beachtenswerte Massen, die jeder kennen sollte (Davos, Tauern 2c.).

Eine ganz neue Reihe von „einfachen Gesteinen“, die aber wegen ihrer praktischen Bedeutung hochwichtig sind und in der Natur oft mächtige Schichten, ja ganze Gebirge zusammensetzen, tritt uns vor Augen in den

Kapitel VII:

Eisengesteinen oder Eisenerzen,

von denen wir darum jedenfalls die wichtigsten aufzählen müssen. Eisenverbindungen treten bekanntlich in allen Gesteinen und Eisenerze fast in allen Formationen in der verschiedenartigsten Weise und Zusammensetzung auf, und schon oben wurde gesagt, daß so ziemlich alle Farben, zumal die roten, braunen und gelben, die in unsern Erdschichten vorkommen, vom Eisen und dessen Zersetzungsprodukten herrühren. Da jenes eine große Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden (zu „rosten“), so kommt es in der Natur nirgends gediegen, d. h. in reinem Zustand vor. Wo man gediegenes Eisen in manchmal viele Zentner schweren Blöcken oder Klumpen auf der Erdoberfläche findet, da kann man darauf rechnen, daß man es nicht mit „irdischem“, sondern mit „meteorischem“, d. h. solchem Eisen zu thun hat, das aus anderen Welten zu uns gekommen („vom Himmel gefallen“) ist. Alles übrige Eisen kommt nur als (Eisen-) Erz vor d. h. mit Sauerstoff (und Kohlensäure) verbunden und außerdem meist noch durch andere Beimengungen (von Thon, Kalk, Mangan ꝛc.) verunreinigt. Zu den wichtigsten Eisenerzen gehört

a) der Spateisenstein

aus kohlensaurem Eisenoxydul ($Fe\,CO_3$) bestehend und eine grob- oder feinkörnige Masse von Eisenspatteilchen darstellend, von gelblich-grauer oder gelblich-brauner Farbe. Meist ist dieses

Eisenerz durch Beimengung von Mangan, Magnesia und kohlensaurem Kalk verunreinigt und führt als zufällige (accessorische) Bestandteile Einsprenglinge von Schwefelkies, Kupferkies und Eisenglanz bei sich. Es wird durch Eindringen atmosphärischen Wassers zuerst an der Oberfläche, dann in immer größere Tiefen hinab in Brauneisenstein (Eisenerz mit Wasser gemengt) umgewandelt, ganz ähnlich, wie wir dies oben vom Anhydrit in seinem Verhältnis zum Gips angegeben haben.

Der Spateisenstein bildet massige Einlagerungen und Stöcke von oft meilenweiter Ausdehnung zwischen geschichteten Gesteinen, gehört also in diesem Fall den Flözformationen an; doch tritt er auch in Gängen auf, deren Bildung sich einfach dadurch erklärt, daß (wie bei allen Erzgängen) das zuvor im Gesamtgestein fein verteilte Metall durch Wasser ausgelaugt und in zuvor schon bestehenden, natürlichen Gebirgsspalten („Gängen") wieder abgesetzt wird. Das bedeutendste und seit alter Zeit berühmteste Spateisensteinerz bricht in Steiermark, dem alten Noricum, daher schon der römische Schriftsteller Plinius das „norische Eisen" rühmt. Der dortige „Erzberg" bei „Eisenerz", 700 m über der Thalsohle sich erhebend, besteht fast nur aus solchem Spateisenstein, und heute noch blüht infolge davon die Eisenindustrie in Steiermark und Kärnten ganz besonders. Sie versorgt ganz Österreich mit dem besten Stahl, wie dann überhaupt gerade dieses Eisenerz zur Stahlbildung am geeignetsten ist und daher für Waffenfabrikation auch nach anderen Ländern ausgeführt wird.

In jenem Bergwerk bei Eisenerz kommt dann auch, in Spalten und Klüften sich ausscheidend die berühmte „Eisenblüte" vor, die freilich mit Eisen gar nichts zu thun hat, da es lediglich Kalkspat und zwar in Form von Aragonit ist, der sich hier in merkwürdig zarten, schneeweißen, durcheinandergeschlungenen Fäden ausscheidet.

Weitere berühmte Fundplätze für Spateisenstein sind

Müsen in Westfalen und Schmalkalden in Thüringen, an welchem beiden Orten die Eisengruben den sehr bezeichnenden Namen „Stahlberg“ tragen. Die rheinländische Eisenendustrie verdankt ihren Ruf wesentlich mit auch diesem trefflichen Stahlerz. Sehr nahe mit dem Spateisenstein verwandt ist

b) der Thoneisenstein oder Sphärosiderit.

Letzteren Namen (griech. „Kugeleisen“) hat er daher, weil er sehr häufig in Gestalt von Kugeln und Knollen vorkommt; wir erinnern z. B. nur an die Thoneisensteingeoden im Lias β Schwabens. Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht er wie der Spateisenstein ebenfalls aus kohlensaurem Eisenoxydul ($Fe\ CO_3$), nur daß diesmal eine ziemliche Menge Thon beigegeben ist. Er verhält sich also zum Spateisenstein ähnlich wie der Mergel zum Kalk; denn jener ist ja, wir wir hörten, auch nichts anderes, als mit Thon gemengter Kalkstein.

Der Thoneisenstein tritt entweder in zusammenhängenden Lagern (Flözen) oder in einzelnen linsenförmigen Knollen und Nestern auf, die zwischen den Schieferthonen der Stein- und Braunkohlenformation eingebettet sind. In beiden Fällen also, d. h. jederzeit haben wir es bei diesem Erz mit einem echten Sedimentgebilde zu thun. Wo es aber mit Kohlen vergesellschaftet vorkommt, da wird der Wert dieses ohnedem sehr geschätzten Erzes noch bedeutend vermehrt, weil seine Verhüttung erleichtert. Die Hauptfundorte für dieses treffliche Material liegen bei Saarbrücken und Zwickau, in Südwales (England) und Pennsylvanien (Nordamerika), sodann in der Braunkohlenregion des Siebengebirges u. s. w. Die Bedeutung der Eisenindustrie in Wales beruht wesentlich auf dem Vorkommen dieses Erzes. Nur eine Abart davon bildet der sogen.

Kohleneisenstein (in England Blackband d. h.

Schwarzeisen geheißen), das neben Thon noch (2—35%) Kohle enthält, was die Güte des daraus gewonnenen Eisens eher vermehrt als vermindert. Hauptsächlich kommt dieses Erz in dem schottischen und westfälischen Steinkohlengebiet vor, wo große Massen davon dem Schieferthon flözartig eingelagert sind, also wieder Kohle und Eisen nebeneinander: das brachte und bringt die Industrie in Schottland und Westfalen zu so ungeheurer Höhe.

Das dritte unter unsern Eisenerzen und in sofern mit dem vorigen nahe verwandt, als es wohl meist aus diesem hervorging, ist

c) der Brauneisenstein,

aus Eisenoxydhydrat ($Fe_4O_3 + HO_6$) bestehend d. h. immer auch etwas Wasser enthaltend. Seine Entstehung ist daher ganz einfach so zu erklären, daß Tagwasser von oben in Spat- oder Thoneisensteinlager eindrangen und sich mit der Masse verbanden. Geht ja doch auf diese Weise die Umwandlung solcher Erze in Brauneisenstein beständig noch vor unsern Augen fort (wie Gips aus Anhydrit; vgl. oben).

Der Brauneisenstein kommt in der verschiedensten Form vor, als fasriges, feinkörniges, dichtes, erdiges oder knolliges und nierenförmiges Mineral von ockergelber bis schwärzlich brauner Farbe, enthält meist etwas Mangan und Kiesel und ist fast immer durch Thonbeimengung verunreinigt. Auch er ist ein sehr wichtiges Eisenerz, das gar viele Abarten zeigt. Als wichtigste derselben nennen wir den

α) braunen Glaskopf*),

der in seinen schönen traubigen und nierenförmigen Massen öfters im Buntsandstein des Schwarzwalds erscheint. Im

*) Alter deutscher Bergmannsname, wohl von „Glanz-" oder „Glatz-" (d. h. Kahl-) Kopf abzuleiten.

großen wurde er lange Zeit bei Neuenbürg abgebaut, wo er ansehnliche Gänge ausfüllte und die Fabrikation des besten württembergischen Eisens (daher „Stahlerz“ genannt; Sensenfabrik von Neuenbürg) bedingte. Jetzt ist freilich dort alles zu Ende. Um so mehr aber wird die praktische Ausbeutung dieses Erzes am Harz, im Thüringer- und Westerwald betrieben, wo dasselbe in den paläozoischen Formationen (Devon 2c.) in breiten Klüften und großer Menge lagert (Elbingerode, Schmalkalden und Camsdorf). Reich daran sind auch die baskischen Provinzen in den Pyrenäen, von deren Eisenindustrie schon Plinius erzählt. Weiter gehört hieher der merkwürdige

β) Raseneisenstein (Sumpferz),

eine poröse, schwammige, mit Sand, Kiesel, Phosphor und insbesondere auch organischen Substanzen verunreinigte Masse, die bald als Schlamm aus den Moortümpeln, bald als erhärtetes „Wiesenerz“ gegraben wird, wenn der Torfgrund ausgetrocknet ist. Diese Art des Brauneisensteins entsteht nämlich dadurch, daß organische Säuren das Torfwasser befähigen, die im Untergrund enthaltenen Eisenbestandteile aufzulösen und wieder abzusetzen. So bildet sich die Masse vor unsern Augen und kann wie der Torf selbst unter Umständen in wenigen Jahren, nachdem sie abgeschöpft war, gleich dem Torf selbst, wieder „nachwachsen“.

Dieses Sumpferz giebt ein sehr leichtflüssiges Eisen, das deshalb namentlich zum Guß sich eignet. Linné sprach daher die Vermutung aus, der Mensch habe es zuerst zur Darstellung des Eisens benützt, und nannte es mit Beziehung auf 1. Mos. 4, 22 nicht übel „Tofus (lateinisches Wort, aus dem unser deutsches „Tuff“ entstanden ist) Tabalkaini“. Es findet sich in der ganzen norddeutschen und russischen Tiefebene, in den Moorbrüchen von Holland, Friesland, Pommern 2c. namentlich aber auch im südlichen Schweden; doch ist seine Ver-

wendung zur Eisenfabrikation gegenüber den andern Eisenerzen ziemlich untergeordnet. Dies gilt mehr oder weniger auch vom sogen.

γ) Bohnerz,

das ebenfalls ein Eisenoxydhydrat, und zwar eine groboolitische Abart des Brauneisensteins darstellt. Es besteht, worauf eben sein Name deutet, aus lauter erbsen- bis haselnußgroßen Kügelchen, recht eigentlichen „Bohnen", die in einem gelben, eisenschüssigen Lehm eingebettet liegen und meist Spalten im Weißen Jura ausfüllen, wohin sie aber erst zur Tertiärzeit gelangt sind, wie die mitvorkommenden abgerollten Säugetierknochen beweisen. Die Entstehung des Bohnerzes ist freilich noch ziemlich rätselhaft, denn unwillkürlich denkt man bei diesen konzentrisch-schaligen „Bohnen" an Erbsensteine und doch fehlen die heißen Wasser dazu. Möglicherweise geht übrigens der Bildungsprozeß dieses Erzes noch heute fort. Dasselbe kommt in der ganzen Jurakette von der französischen Schweiz bis ins bayrische Franken hinein vor (Egerkinden bei Solothurn, Sigmaringen, Heidenheimer Alb, Kandern im Breisgau ꝛc.) und wurde früher vielfach verhüttet, wobei ebenfalls ein leichtflüssiges Eisen erzielt wird. Die einzelnen „Bohnen" fließen oft zu faustgroßen, ja zentnerschweren Massen zusammen, zeigen aber auch so noch die Art ihrer Entstehung.

Unter den dichten Brauneisensteinsorten möchten wir noch hervorheben den

δ) gelben Thoneisenstein,

der im Braunjura Schwabens (Braun α) so vielfach in der Gestalt von nuß- bis kopfgroßovalen Gebilden (Linsen) vorkommt und allem nach in vorgeschichtlicher Zeit zur Erzeugung von Eisen benützt wurde, wie die oft in unsern Wäldern noch liegenden Schlackenhaufen zeigen. Da dieses Gestein ebenfalls

etwas Wasser enthält, so ist es hieher zu stellen, wogegen die ganz ähnlichen „Geoden“ aus dem unteren Lias, sowie aus dem Saarbrückengebiet (Lehbach) eigentliche Sphärosiderite sind, also zur Gruppe des Thoneisensteins gehören.

Infolge von Verwitterung wird bei diesen Knollen der Kern oft erdig und locker; dann „klappern“ die Geoden und wir haben so die früher schon genannten „Klapper“- oder „Adlersteine“ (S. 113). Eine noch weiter fortschreitende Verwitterung erzeugt aus denselben wie aus all diesen wasserhaltigen Eisenerzen

den gelben oder den Brauneisen-Ocker (Ocher, griechisch „schmutzig-gelb“), ein erdiges Gebilde, das vielfach als gelber Farbstoff benützt wird, ganz wie der dem Roteisenstein entstammende rote Eisenocker (Rötel, Bolus rc.) zum Rotfärben dient.

Endlich enthalten auch gewisse Oolite Wasser in sich und gehören also hieher. Es sind das die sogen.

ε) gelben Eisenoolite (Taf. VIII, Fig. 1),

wie sie z. B. im oberen Braunjura (Braun-Jura ε), insonderheit in den Macrocephaluslagern an der oberen Donau (Geisingen, Gutmadingen) vorkommen und Jahrzehnte hindurch auf den Fürstembergischen Eisenwerken verhüttet wurden. Desgleichen kommen ähnliche wasserhaltige Eisengebilde mit oolitischer Struktur in den Alpen, und zwar in der Kreide — (St. Maurice, Kanton Wallis) und Tertiär-Formation (Kressenberg bei Traunstein) vor; aber auch hier hat der praktische Betrieb aus Mangel an Kohle längst aufgehört.

Eine andere Gruppe von Eisenerzen bildet

d) der Roteisenstein;

denn dieser ist einfaches reines Eisenoxyd ($Fe_2\ O_3$) also dasselbe, was man im gewöhnlichen Leben „Rost“ heißt. Er

kommt in den verschiedensten Gestalten vor, als stengliges, fasriges, derbes, erdiges (ockeriges) Gebilde, tritt oft in ungeheuren Massen als wirklich gesteinbildend auf und wird vielfach zur Gewinnung von Eisen verwendet. Die wichtigsten Arten dieses Erzes sind etwa folgende:

α) der Eisenglanz,

am berühmtesten von der Insel Elba (Rio Marino), wo schon die alten Römer die ungeheuren Lager abbauten, und woher heute noch das Königreich Italien die Hauptmasse seines Eisens holt, soweit es nicht solches vom Ausland bezieht. Hier wie an andern Orten, wo es vorkommt (Schweden, Brasilien) ist dieses Erz mit Gneis vergesellschaftet, gehört also der archäischen Zeit an. Aus den Gruben von Elba, und zwar auf deren östlicher Seite, stammen auch die herrlichen Krystalle von Eisenglanz und Schwefelkies, deren goldschimmernde Gebilde in unsern Sammlungen ganz besonders das Auge auf sich ziehen. Als der gestürzte Napoleon „König von Elba" war, ließ er extra in diesen Gängen nach „Stufen" graben und verschenkte die Stücke an bevorzugte Besuche. Als

β) dichter Roteisenstein,

zeigt sich der Eisenglanz, wenn wir diesen alten deutschen Bergmannsnamen beibehalten wollen, ebenfalls zwischen Gneis eingelagert und selbst geschichtet, insbesondere am Südufer des Oberen Sees (Lake Superior) in Nordamerika, wo dieses Gestein eine Mächtigkeit von über hundert Meter und eine Ausdehnung von etwa 10 deutschen Meilen besitzt und daher selbstverständlich eines der wichtigsten Eisenerze der Vereinigten Staaten bildet, das dort zur Verwendung kommt.

Das Material ist überall, wo es vorkommt, viel mit Quarz vermengt; auf diese Weise bilden sich dann Übergänge

von eigentlichem Roteisenstein bis zum eisenschüssigen Kiesel und roten Jaspis. Ist doch die Farbe all dieser wasserlosen, bloß mit Sauerstoff verbundenen Eisenerze stets kirschrot (gegenüber der gelben Färbung der wasserhaltigen) und zweifellos eben deshalb auch Erzeugerin der tiefroten Gesteine, denen wir in den archäischen und paläozoischen Formationen begegnen (Oldred Englands, Totliegendes und Rotliegendes Deutschlands, wie nicht minder die letzteres durchsetzenden roten Porphyre, aber auch noch die der Trias angehörigen Bunt- und roten Kupfersandsteine). Tiefrot ist insbesondere auch

γ) der rote Glaskopf,

in seiner reinen und schönfarbigen Ausbildung unter dem Namen „Blutstein" (der berühmte Haematites der Alten, den man sich aus geronnenem Blut entstanden dachte und daher auch wieder umgekehrt als blutstillendes Mittel ansah und gebrauchte) bekannt und in den Schleifereien von Oberstein zu Schaustücken verarbeitet. Die gewöhnlichen Sorten nähern sich immer wieder dem dichten Roteisenstein und liefern ein gutes Material, wenn sie auch bei der geringeren Häufigkeit ihres Vorkommens nicht die große Bedeutung für die Eisenindustrie haben wie die bisher genannten Erze. Doch findet sich unser Gestein am Harz, in den Vogesen und sonst oft in größeren Lagern den paläozoischen Formationen (Totliegendes) eingebettet und führt dann einen blühenden Bergbau herbei. Ja in Sachsen ist der rote Glaskopf geradezu „der gemeinste Eisenstein"; gepulvert dient er zum Polieren und Glätten der Metallwaren.

Wird dieses Erz durch Beimengung von Thon verunreinigt, so entsteht der rote Thoneisenstein und bei allmähliger Verwitterung der gemeine (erdige) Rötel, der als Farbe vielfach Verwendung findet. Als förmlicher Eisenthon geht dann die Masse allmählig in Gebilde über, die man Bolus (griech. „die Scholle") oder in ihren feineren

Sorten Siegelerde (die berühmte „terra sigillata“ der Alten) heißt, die aber richtiger unter den „Thonen“ besprochen werden.

Dagegen ist in unserer Gruppe noch aufzuführen das sehr wichtige Erz des roten

δ) Eisenoolits,

der z. B. in Württemberg eine hervorragende Rolle spielt. Ist doch das Haupteisenerz Schwabens (Aalen, Kuchen) hieher zu stellen. Das Gestein bildet Flöze im Braunen Jura, ist also, wie auch die eingeschlossenen Versteinerungen zeigen, als Meeresniederschlag zusammen mit den übrigen Juraschichten seiner Umgebung abgelagert worden. Oberflächlich angesehen erscheint es fast dicht als einfacher Thoneisenstein; genauer betrachtet, zeigt es sich aus lauter kleinen, pulverförmigen Körnchen zusammengesetzt, also als körniger Thoneisenstein, der dann aber unmittelbar in den eigentlichen Eisenoolit übergeht, bei welchem die Körner nur etwas größer (hirsekornartig) werden. Die Entstehung dieses Oolits, der natürlich von selbst an den gewöhnlichen d. h. aus Kalkkügelchen bestehenden Oolit oder Rogenstein, auch an den Erbsenstein erinnert, ist schwer zu erklären; darüber aber kann ein Zweifel nicht obwalten, daß die meisten Eisenoolite, wie sie hauptsächlich eben im Braunjura vorkommen und darin oft mächtige, gebirgsbildende Ablagerungen zeigen, hieher gehören und, alle mit einander verwandt, auch auf eine und dieselbe Bildungsart hinweisen.

Leider ist der Eisenerzbau in Schwaben auf den Aussterbeetat versetzt, weil dem Lande die Kohle mangelt, und somit die Schmelzöfen mit den so viel günstigeren Plätzen in andern Ländern nicht mehr konkurrieren können. Zur Zeit seiner Blüte wurden aber z. B. in Wasseralfingen allein jährlich 250 000 Ztr. dieses Erzes gewonnen, das etwa $^1/_3$ so viel Roheisen lieferte, und zwar von recht guter Qualität.

Wir schließen die Beschreibung unserer Eisenerze mit einer für die praktische Verwendung besonders wichtigen Sorte, dem sogen.

e) Magneteisenstein.

Es ist der berühmte Magnes oder Magnetis der Alten, dessen Namen aber wohl schwerlich, wie Aristoteles meint, von der Stadt Magnesia (in Kleinasien), vielmehr, wie Plinius schreibt, von einem Hirten herrührt, der so geheißen haben und auf dem Berg Ida, wo er sein Vieh weidete, die merkwürdige Entdeckung gemacht haben soll, daß „die Nägel seiner Schuhe und die Spitze seines Stabes am Boden hängen blieben" („clavis crepidarum et baculi cuspide haerentibus, cum armenta pasceret" Plinius).

In jedem Fall beobachteten die Alten an ihm zuerst den Magnetismus; denn das Gestein ist immer stark magnetisch, von schwarzer Farbe und körnigem bis dichtem Gefüge, das aus Eisenoxyduloxyd (mit der chemischen Formel $Fe_3 O_4$) besteht.

Dieses Erz ist an die archäischen Formationen (Gneis, Glimmerschiefer) gebunden, weshalb sein Hauptvorkommen da zu suchen ist, wo diese Formationen am mächtigsten sich entwickelt zeigen (Skandinavien, Ural, Nordamerika). Von langher ist namentlich Arendal in Nordschweden als Fundstätte für Magneteisen berühmt, wo sich ganze Berge davon finden, die zu Tag anstehen. Weite Löcher von schauerlicher Tiefe sind in dieselbe hinabgetrieben, darin der Bergmann sogar mit Gletscherbildungen zu kämpfen hat. So stehen die mächtigen (25) Gruben von Dannemora, nördlich Upsala, auf einem 60 m breiten Stock dieses Eisens, einzelne derselben haben 1/4 Stunde Umfang und über 100 m Tiefe. Die Persberger Gruben reichen sogar bis 160 m hinab; auf dem Grunde häuft sich das Eis zu 25 m Dicke, das oft herausgeschafft werden muß; das Tageslicht

dringt nur bis 130 m von oben hinab. In Norbotten (68° nördl. Breite) finden sich die Lager von Svappavera und Kerunavar (200 m dick, 2000 m lang), am Berg Gelivara (in der Lappmark) sogar 5000 m breit und 4000 m lang, reinstes Magneteisen!

Von alters her ist daher das „schwedische Eisen" berühmt; schon Agrikola (im 16. Jahrhundert) schreibt: „ferrum Suedorum praestans". Das haben sich auch die praktischen Engländer längst zu Nutzen gemacht, die eine Masse Magneteisenstein von Schweden, wo seine Verhüttung bei dem Mangel an Kohle kaum möglich ist, in ihr Land herüberholen. Ja, die berühmte Industrie von Sheffield (Messer, Gabeln rc.) beruht wesentlich auf der Güte dieses „schwedischen Eisens".

Aber auch Rußland baut, wie gesagt, im Ural, und ebenso Nordamerika dieses Erz ab, von welchem ungeheure Mengen sowohl in Canada als in den Alleghanies flözartig über weite Strecken verbreitet sind.

Wir haben im Bisherigen nur von Eisenerzen gesprochen und müssen uns auch allein auf diese beschränken, da reines oder „gediegenes" Eisen bekanntlich in unserer Erdkruste überhaupt nicht vorkommt. Heißt das, auf der Erdoberfläche finden sich ja freilich verhältnismäßig große Mengen von gediegenem Eisen, mitunter viele Zentner schwere Blöcke. Allein hier handelt es sich gar nicht um „irdisches", sondern vielmehr, wie wir oben schon angedeutet, um „himmlisches" Eisen.

Es ist ja eine bekannte Sache, daß von Zeit zu Zeit nicht nur „Steine", sondern namentlich auch Eisenmassen „vom Himmel fallen", d. h. daß derartige Körper, die ohne Zweifel im Weltraum kreisen, wenn sie in die Nähe der Erde kommen, von dieser angezogen, auf sie herabfallen (vgl. den Eisenblock von Ensisheim im oberen Elsaß, der am 7. November 1492 mittags um 12 Uhr mit „großem Donnerklapf" dort niederfiel und noch heute auf dem Rathaus als Merkwürdigkeit aufbewahrt liegt).

Nach einer Beobachtung, die der berühmte Polfahrer Nordenskjöld auf der grönländischen Insel Disko gemacht hat, kommt dort gediegenes Eisen in kleinen Schuppen und Körnern, aber auch in großen, selbst zentnerschweren Blöcken in den Basalt eingesprengt vor. Es scheint also dasselbe von jenem Eruptivgestein aus der Tiefe des Erdinnern mit heraufgebracht worden zu sein, und es dürfte diese Thatsache die schon von manchem Gelehrten ausgesprochene Vermutung zu einer gewissen Wahrscheinlichkeit erheben, daß nämlich der Kern der Erde aus Eisen bestehe.

In jedem Fall müssen tief unten weit schwerere Massen lagern, als diejenigen sind, aus denen die Erdkruste besteht; denn auch die schwersten „Steine" der letzteren (z. B. Schwerspat), haben höchstens ein spezifisches Gewicht von 3,6—4,5, wogegen die Gesamtmasse unseres Planeten etwas über 5 beträgt. Auch würde die bekannte Erscheinung, daß die Erde als solche ein Magnet ist, nicht übel mit jener Hypothese stimmen. Uns geht das alles hier freilich nichts an; wir haben mit dieser Art des Eisenvorkommens (in gediegenem Zustand) lediglich nichts zu thun, weil dasselbe nur sporadisch, in keiner Weise aber „gesteinsbildend" auf der Erde auftritt.

Dagegen dürfte es bei der ungeheuren Wichtigkeit und Ausdehnung der gegenwärtigen Eisenindustrie immerhin am Platze sein, hierüber anhangsweise noch einiges beizufügen.

Die Geschichte des Eisens und seines Gebrauchs reicht natürlich in die graueste Vorzeit und in das Sagendunkel der Menschheit zurück. Doch ist wahrscheinlich das Eisen erst zu allerletzt von unserem Geschlecht in seinen Dienst gestellt worden, aus dem einfachen Grund, weil es eines der schwerstschmelzbaren Metalle ist, (erst bei 1600° C. flüssig werdend).

Man teilt ja deshalb auch bekanntlich die vorgeschichtliche Zeit des Menschen in die sogen. Stein-, Bronce- und Eisenzeit ein, d. h. man hat überall bestätigt gefunden, daß der

Mensch zuerst Geräte (Waffen, Schmucksachen ꝛc.) aus Stein (Feuerstein) und Bein, später aus Kupfer (Bronce) und erst in dritter Linie aus Eisen sich zu fertigen verstand. So gebrauchten die homerischen Helden meist noch broncene Waffen, obwohl unter den Pelasgern damals Eisen schon vorkommt. Die späteren Griechen natürlich und vollends die Römer verstanden bereits die Kunst, Eisenerze zu verhütten, wie denn dazumal die Gruben in Steiermark und auf der Insel Elba in flottem Betrieb stunden. Und wenn auch zweifelsohne die ersten Eisengeräte, welche die Menschenhand schuf, aus Meteoreisen hergestellt sind, so zeigen doch die Schlackenfunde in unsern Wäldern, die jedenfalls in vorgeschichtliche Zeit zurückreichen, daß auch schon sehr frühe, und von sehr rohen Völkern Eisenerze mittelst Holz oder Holzkohlen zum Schmelzen gebracht worden sind.

War ja doch bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts dies das einzige Material zum Ausbringen der Metalle; erst 1612 wurde in England angefangen, Steinkohlen (Koks) in der Eisenindustrie zu verwenden. Eigentlicher Eisenguß kommt erstmals Ende des 15. Jahrhunderts (1490 im Elsaß) vor; die „Hohöfen“ aber fanden allgemeinere Verbreitung erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts.

Welch' ungeheuren Aufschwung die Sache aber seit den letzten 30—50 Jahren genommen hat, weiß jedermann; man darf ja nur an die Eisenbahnen, Dampfschiffe, Kriegswerkzeuge, Maschinen u. s. w. erinnern. Nicht mit Unrecht nennt man daher die Gegenwart bald das „eiserne“, bald freilich auch das „papierene“ Zeitalter. Und so sehr beides einander zu widersprechen scheint, so sehr erfüllt sich auch hier wieder das alte Wort, wornach sich „die Extreme berühren“. Die beste Brücke aber zwischen beiden bildet vielleicht der Gebrauch der — Stahlfeder.

Wiederum bekannt ist, wie das aus den Erzen erzeugte Eisen stets in drei Modifikationen dargestellt wird: Roh- oder Gußeisen, Stab- oder Schmiedeisen und

Stahl. Dieſe drei Arten unterſcheiden ſich übrigens bloß durch die kleinere oder größere Menge von Kohle, die hier jeweils dem reinen Eiſen beigefügt iſt. Völlig kohlenfreies Eiſen wird freilich wohl überhaupt nicht dargeſtellt werden können. Das Schmiedeiſen, dem durch Glühen und Hämmern die Kohlenteilchen mechaniſch entzogen werden, enthält durchſchnittlich noch 0,5—0,7 % Kohle, das Gußeiſen dagegen 5—6 %; der Stahl nimmt mit 1½—2 % die Mitte von jenen beiden ein. Er wird bekanntlich dadurch gewonnen, daß man entweder dem Gußeiſen Kohle entzieht oder dem Schmiedeiſen ſolche wieder zuſetzt. Der Wert des Stahls aber beſteht darin, daß er ganz nach Belieben in beſtimmte Härteſtufen gebracht, in den dehnbarſten wie in den ſtarrſten Formen dargeſtellt und ſo für alle nur erdenklichen Bedürfniſſe des menſchlichen Haushalts verwendet werden kann.

Und welch ungeheure Wertſteigerung durch immer mehr verfeinerte Bearbeitung dieſes Stoffs erzielt werden kann, mag unter anderem die Thatſache zeigen, daß, wie man berechnet hat, ein Stück Eiſen, das roh 3 Mk. koſtet, zu Hufeiſen verarbeitet 9, in Nadeln umgeſtaltet ſchon 225, als Meſſerklingen dagegen 2100, und in der Geſtalt von Uhrfedern gar 50000 Mk. wert iſt.

Gleichzeitig knüpft ſich aber der Aufſchwung der modernen Eiſeninduſtrie an eine Anzahl von Männern an, die für die Menſchheit Unendliches geleiſtet haben. Wir nennen nur die Namen Beſſemer und Thomas, Mannesmann, Armſtrong und Krupp, ſo weiß jeder, der mit dem Leben der Gegenwart auch nur ein wenig vertraut iſt, ſofort, was wir meinen.

Lange Zeit brachte man es z. B. nicht fertig, große Eiſenmaſſen in Stahl zu verwandeln; da gelang es Beſſemer, durch Steigerung der Temperatur auf weit über 1600° C. Gußſtahl herzuſtellen. Dann wieder war es ein großer Nachteil, daß phosphorhaltiges Eiſen — und ſehr viele, namentlich unter unſern deutſchen Erzen enthalten dieſen Stoff in verhältnismäßig zu ſtarker Menge — für den Gebrauch untaug-

lich, weil zu spröde und brüchig sich zeigte. Da erfand Thomas ein Verfahren, den Phosphor dem Eisenerz zu entziehen und dabei noch ein treffliches Düngermittel als Nebenprodukt (die phosphorhaltigen „Thomasschlacken") zu gewinnen. Ja, neuerdings hat sich herausgestellt, daß ein wenig Phosphor das Eisen sogar für technische Zwecke ganz besonders geeignet macht. Das hat insbesondere der deutschen Eisenindustrie zu ungeahnter Blüte verholfen.

Zugleich aber hat gerade die Gegenwart gelehrt, in welch inniger Beziehung die Eisenproduktion mit der Steinkohle steht. Solange man nur Holzkohle zum Ausbringen dieses Metalls aus seinen Erzen benützte, standen Länder wie Schweden und Steiermark, in denen großenteils heute noch die Verhüttung mittelst dieses Materials betrieben wird, begreiflicherweise an der Spitze dieses Industriezweigs, der aber so niemals zu der Massenerzeugung von Eisen sich hätte aufschwingen können, wie die Neuzeit es bedarf.

Erst als man Steinkohle und Koks hiezu in Anwendung brachte, war es möglich, jene Riesenmengen von Eisen Jahr für Jahr herzustellen, deren Zahlen schon unser Staunen erwecken. So kam es dann gleichsam von selbst, daß die Haupteisenindustrie mit den großen Kohlenbezirken unserer Kulturländer einen Bund schloß, so zwar, daß Bezirke, in denen früher vielleicht Jahrhunderte lang eine rege Eisenproduktion bestanden hatte, diese Industrie aufgeben mußten, weil ihnen die Kohle fehlte (z. B. Württemberg), wogegen die Steinkohlengebiete die Hauptmasse der Eisenproduktion an sich zogen, indem sie bei eigenem Mangel an Eisenerzen diese eben von auswärts kommen lassen, was bei den heutigen Transportmitteln und billigen Frachtsätzen eine gar einfache Sache ist.

Am allergünstigsten freilich sind diejenigen Länder daran, in denen Kohle und Eisen neben einander liegen, wie insbesondere England und Nordamerika.

Ja, letzteres braucht nicht einmal die Kohle zu graben;

die Natur hat es hier noch weit bequemer gemacht durch die Masse von Erdöl und brennbarem Gas, das in jenen Gebieten dem Boden entströmt. Der Amerikaner leitet dann jeweils das Gas unmittelbar unter die Kessel und Feuerherde, in denen das Eisen geschmolzen und verarbeitet wird, so z. B. in Pittsburg. Die ungeheure Steigerung der Eisenproduktion in der Union, in England, aber auch am Rhein (Westfalen und Rheinprovinz) beruht einzig und allein auf diesen günstigen Konjunkturen von Kohle und Eisen.

Eine kurze statistische Übersichtstabelle mag vielleicht das beste Bild geben über die Eisengewinnung in den heutigen Kulturländern; nur muß hinzugefügt werden, daß uns leider keine neuere Angabe als die aus dem Jahr 1882 zur Verfügung stand. Es dürften also, die Sache auf den heutigen Stand gebracht, wohl überall die Zahlen zum mindesten verdoppelt werden. Darnach betrug in dem genannten Jahr die Produktion in Tonnen und mit Angabe von runden Zahlen in:

1882 Zahl der Tonnen	an Eisenerz	Gußeisen	Stahl	Steinkohlenverbrauch.
Großbritannien . .	17 Mill.	9 Mill.	2 Mill.	160 Mill.
Vereinigte Staaten .	9 „	5 „	2 „	86 „
Deutschland	8 „	3 „	1 „	66 „
Frankreich	4 „	2 „	0,5 „	20 „
Belgien	0,4 „	1 „	0,2 „	18 „
Österreich-Ungarn . .	1 „	0,5 „	0,2 „	16 „
Rußland	1 „	0,5 „	0,3 „	4 „
Schweden	1 „	0,5 „	0,05 „	0,4 „
Spanien	5 „	0,05 „	0,01 „	1 „
Italien	0,5 „	0,15 „	0,1 „	0,2 „
Sonstige Länder . .	1 „	0,1 „	0,05 „	8 „
Zus. rund:	50 Mill.	25 Mill.	7 Mill.	400 Mill. Tonnen.

Aus umstehender Tabelle ergiebt sich deutlich, daß z. B. Spanien, obwohl der viertgrößte Produzent von Eiesen erz doch verhältnismäßig sehr wenig Stahl und Eisen selbst ausbringt, einfach weil ihm die Kohlen fehlen. Es muß seine Erze also nach auswärts verfrachten. Ähnlich ist's in Italien und teilweise auch in Schweden, das eine Menge Eisenerz nach England ausführt. Nur die Billigkeit seines Holzes macht es ihm möglich, einen Teil seiner herrlichen Eisenerze zu verhütten. Das umgekehrte Beispiel liefert Belgien. Dieses Land ist reich an Kohlen, aber arm an einheimischen Eisenerzen; trotzdem produziert es verhältnismäßig viel Gußeisen und Stahl, indem es das Rohmaterial aus andern Ländern, hauptsächlich aus Spanien einführt. Auch der deutsche Eisenkönig, Krupp in Essen, verhüttet viel spanisches Erz. Alle die Länder aber, in denen Kohlen fehlen, wie z. B. das Alpengebiet (Sonthofen, Kressenberg), die Schweiz, Württemberg 2c., in welchen früher ein reger Eisenbergbau betrieben wurde, werden künftig auf solchen verzichten müssen oder haben denselben bereits eingestellt.

Die alten Hauptländer für Eisenproduktion dagegen, wie namentlich England, Deutschland, Frankreich und Belgien, werden in Zukunft ihren Eisenbergbau kaum erheblich mehr steigern können, da die vorhandenen Lagerstätten schon jetzt möglichst intensiv ausgebeutet werden, wogegen z. B. Schweden, Spanien und Rußland bezüglich Gewinnung des Rohmaterials ihre Thätigkeit beliebig vervielfachen könnten. Die Vereinigten Staaten aber, deren Kohle, Erdöl und Eisenerz in unmittelbarer Nachbarschaft und in unerschöpflichen Mengen sozusagen in die Küche hereinfällt, haben bezüglich der Eisenindustrie ohne Zweifel die denkbar großartigste Zukunft.

Dies zeigt sich aber auch schon jetzt, wenn wir die Steigerung der Eisenproduktion in den Hauptländern derselben miteinander vergleichen. So gewann z. B. England schon 1852 in 400 Hohöfen 2 Millionen Tonnen Roheisen

im Wert von 150 Millionen Mark; baute es doch in Schottland und Wales zu diesem Behuf Kohlen- und Thoneisensteinflöze neben einander ab. In Schottland allein wurden damals in 150 Hohöfen gegen 1 Million Tonnen produziert. Dreißig Jahre darauf (1882) hatte sich Englands Eisenproduktion, wie die obige Tabelle zeigte, bereits vervierfacht. Auch Deutschland, obenan natürlich das Rheingebiet, steigerte seine Ausbeute in den letzten Jahrzehnten ganz ungemein. Das alles aber will nichts besagen gegenüber den Vereinigten Staaten, deren Eisenproduktion sich von 1878 bis 1882, also in dem kurzen Zeitraum von nur 4 Jahren, schon verdoppelte; und wie mag es in dieser Beziehung wohl heute aussehen?

Die Weltproduktion von Roheisen ist in den 10 Jahren von 1866—76 um 50 %, also gerade um die Hälfte gestiegen. Um abermals dieselbe Steigerung zu erreichen, brauchte sie von da an nur noch 6 Jahre. Die Weltproduktion von Stahl dagegen hat allein von 1877—1882, also in nur 5 Jahren gar um 150 %, also um das anderthalbfache zugenommen.

Wir verlassen damit die Eisengesteine und gehen zur letzten Gruppe der „einfachen" Gesteinsbildungen über, die wir alle unter dem früher gebräuchlichen Namen der

Kapitel VIII:

Inflammabilien

d. h. brennbare Gesteine, zusammenfassen können, wenn nämlich Schwefel und Phosphor davon abgerechnet werden. Letztere gehören indes schon darum nicht in unseren Bereich, weil sie nirgends in großen Massen, d. h. wirklich gesteinsbildend auftreten. „Inflammabilien" aber sind sie nur im uneigentlichen Sinn des Worts; denn es handelt sich bei ihnen um

elementare Stoffe, welche zufällig die Eigenschaft haben, sich unter Licht- und Wärmeerscheinungen mit Sauerstoff zu verbinden. Die „echten“ Inflammabilien aber bestehen stets aus Kohlenstoff oder Kohlenwasserstoff und zeigen schon dadurch, daß sie zu jener besonderen Art von „Gesteinen“ gerechnet werden müssen, die wir oben „organogen“ (d. h. von Lebewesen erzeugt) genannt haben. In der That müssen wir sämtlichen, nun noch aufzuführenden „einfachen Gesteinen“ diese Entstehungsart zuschreiben, so zwar, daß die einen derselben als pflanzlichen („phytogen“), die andern als tierischen Ursprungs („zoogen“) zu verzollen sind. Bei jenen handelt sichs um die Kohlen, bei diesen um die eigentlichen Bitumina (ölhaltig); dort um bloßen Kohlenstoff (mit Sauerstoff), hier dagegen um Kohlenwasserstoff (stets ohne Sauerstoff). Allerdings ist manchmal keine scharfe Grenze zwischen beiden zu ziehen; denn auch gewisse Kohlen sind sehr bituminös und können in Erdöl umgewandelt werden, wie ja die meisten Pflanzen auch Fett und Öl enthalten.

Ebenso wäre es durchaus verkehrt, zu meinen, alles Bitumen in der Erde müsse in tropfbar-flüssiger Form auftreten. Vielmehr gehen gewisse dicke Öle ganz unmerklich in feste Körper über, und man kann in der That z. B. keine scharfe Grenze zwischen Erdöl, Naphta, Erdpech und Asphalt ziehen. Chemisch sind sie ja ohnedem alle gleich, sofern sie alle aus Kohlenwasserstoff bestehen, im Gegensatz zu den „Kohlen“, die nur Kohlenstoff enthalten. Auch ist nach den neueren Untersuchungen kaum mehr daran zu zweifeln, daß alle diese Bitumina von Tieren (oft sehr kleinen, wie Korallen, Infusorien ꝛc., deren Masse dann ölbildend wirkt) herstammen, wogegen die Kohlen sicher nur Pflanzen zu Erzeugern haben.

Das würde also eine gute Einteilung zwischen beiden gewähren. Da aber eigentlich doch nur die Kohlen wirklich

gesteinsbildend auftreten, so ziehen wir vor, diese hier näher zu behandeln und die Bitumina mehr nur anhangsweise aufzuführen.

Jene aber, mit denen wir also die Reihe unserer „einfachen Gesteine“ abschließen, fassen wir am besten als

I. Kohlengesteine

zusammen und unterscheiden hauptsächlich die vier folgenden Arten ihres Vorkommens: Torf, Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit, welch letzterem wir als etwas chemisch nahe verwandtes und doch zugleich wieder vollständig für sich bestehendes den Graphit angliedern. Beginnen wir mit dem

a) Torf,

so kennt wohl jedermann dieses Brennmaterial, das neuerdings wieder mehr zu Ehren zu kommen scheint, zugleich aber auch für andere Zwecke (Torfmull, Torfstreu) Verwendung findet. Es ist ein bald lockeres bald mehr zusammengepreßtes, festes Gewebe von Pflanzenfasern (Stengeln, Blättern und sonstigen Pflanzenteilen), die in stehendem Wasser, also unter Abschluß der Luft, sich unvollständig zersetzen. Die Pflanzenform zeigt sich daran um so deutlicher erhalten, je weniger die Lager zusammengepreßt sind, und je weniger weit der Zersetzungsprozeß fortgeschritten ist. Hat die Pressung und Zersetzung einen sehr hohen Grad erreicht, so sieht der Torf oft einer Braunkohle zum Verwechseln ähnlich und geht auch wohl in solche über, wie dasselbe auch von der Beziehung dieser zur Steinkohle zu sagen ist. Auch hier lassen sich nirgends in der Natur scharfe Grenzen ziehen, um so weniger, als die Entstehung und Bildung dieser verschiedenen Kohlen wohl überall und in allen Erdperioden so ziemlich auf dieselbe Weise vor sich gegangen ist, wie wir dies schon im „grundlegenden“ Teil ausgeführt haben. Auch die jeweilige

Farbe der betreffenden fossilen Brennstoffe hängt wesentlich damit zusammen. So wechselt z. B. die Färbung des Torfs von lichtbraun bis pechschwarz, je nachdem Zersetzung und Druck kürzer und schwächer oder länger und stärker auf das betreffende Lager eingewirkt haben.

Die Torflager treten bald vereinzelt auf, bald aber bedecken sie auch ungeheure, viele Quadratmeilen große Gebiete; doch scheint ihre Bildung an Länder mit gemäßigtem Klima geknüpft zu sein, da z. B. in den Tropen kaum derartiges vorkommt. In sumpfigem Untergrund „wächst" aber der Torf an geeigneten Stellen so rasch und nimmt solche Ausdehnung an, daß man ihn in der That, wenn auch nicht als „gesteins-", so doch als boden- oder schichtenbildend für die Erdoberfläche bezeichnen kann; können doch solche Lager unter günstigen Umständen zu einer Mächtigkeit von vielen Metern anschwellen.

Der Art und Weise seiner Bildung gemäß kann der Torf nur vorkommen, wo stagnierende Wasser mit starker Sumpfvegetation sich finden. Dies aber ist nicht nur im flachem Lande und niederer Meereshöhe der Fall, wie in den großen Torfmooren von Norddeutschland, Ostfriesland, Holland ꝛc.; sondern ganz ebenso giebt es auch auf Hochebenen und selbst auf Gebirgen Torflager, wenn gerade günstige Verhältnisse für deren Bildung zusammenwirken. So ist bekanntlich nicht nur die oberschwäbisch-bayrische Hochebene sehr reich an diesem Brennmaterial, sondern kleinere Torflager finden sich auch auf dem Schwarzwald (bei Dürheim, am wilden See ꝛc.), dem Brocken (Harz), in den Alpen ꝛc. Ja sogar die sonst vollständig wasserlose schwäbische Alb weist bei Schopfloch, O.A. Kirchheim, ein kleines Torfmoor (allerdings auf wasserhaltigem tertiären Untergrund, wahrscheinlich dem Krater eines alten Vulkans) auf.

Je nach den Pflanzenarten, aus denen der Torf entsteht

und eben damit auch besteht, pflegt man von Moostorf, Wiesentorf, Haidetorf ꝛc. zu reden. Der erstgenannte bildet jedenfalls die Hauptmasse, da fast alle unsere Torfmoore von dem sogenannten Torfmoos (Sphagnum) besiedelt sind, deren Stengel und Wurzeln nach und nach zu einem kohligen Filzpolster unter Wasser zusammengepreßt werden. Je nach der Beschaffenheit der Masse dagegen unterscheidet man Pechtorf, Papiertorf, Torferde u. s. w. Letztere wird vielfach als Schlamm aus dem moorigen Grunde des Wassers geschöpft und dann in eisernen Formen zu viereckigen Stücken gepreßt, was den sogenannten Preßtorf abgiebt.

Um einen Begriff von der Wichtigkeit und dem Wert dieses Brennmaterials zu geben, sei nur angeführt, daß z. B. Württemberg allein in Oberschwaben einen Vorrat von mindestens 2400 Millionen Zentner nassen = 800 Millionen Zentner (rund 40 Millionen Tonnen) lufttrockenen Torfes in seinem Boden besitzt. Rechnet man nun auch als Abgang infolge des Stechens, Trocknens, Verladens u. s. w. etwa den siebten Teil, so bleibt immer noch die Nettosumme von rund 36 Millionen Tonnen dieses Brennmaterials übrig, das nach Abzug aller Kosten einen Reinwert von rund 150 Millionen Mark darstellt, ein wahrlich nicht geringer Schatz, der auch in dem, an fossilen Kohlen leider völlig armen Lande noch unter der Erde begraben liegt.

Viel wichtiger noch als der Torf ist in technischer Hinsicht

b) die Braunkohle (Lignit),

eine dichte, erdige, holzige oder fasrige Kohlenmasse, von brauner bis pechschwarzer Farbe, die vielfach noch in vortrefflicher Weise die Struktur der Pflanzen zeigt, aus welchen sie entstanden ist. Wir haben dabei nicht an die zwerghafte Vegetation zu denken, die heute unsern Torf

erzeugt (Moos, Riedgräser, Haidekraut u. dgl.), noch viel weniger an die wunderlichen Siegel- und Schuppenbäume, an die Riesenfarne und Schachtelhalme der paläozoischen Zeit, welcher wir die Steinkohle verdanken, sondern an Laub- und Nadelholzwälder, wie sie, den heutigen schon ähnlich, in der sogenannten Tertiärzeit auf Erden gewachsen sind. Das Material derselben wurde übrigens wohl unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie der Torf, nämlich durch Ablagerung auf dem Grund sumpfiger Wasser durch langsame, unvollständige Zersetzung unter (teilweisem) Ausschluß der Luft gebildet.

Der Art ihres Vorkommens nach unterscheidet man auch bei der Braunkohle allerlei Sorten. Man redet von Pechkohle, Moorkohle, Nadelkohle, Papierkohle (Dysodil), holziger Braunkohle, Erdkohle (sogen. Umbra) u. dgl. Zugleich sei bemerkt, daß die meisten dieser Sorten einen ziemlichen Gehalt von Bitumen besitzen und demnach zur Herstellung von Öl, Paraffin und sonstigen Leuchtstoffen benützt werden können.

Die Braunkohle bildet Flöze, d. h. zusammenhängende, ausgedehnte Lager im (mittleren) Tertiärgebirg, ist wie die Steinkohle meist von einem Schieferthon umhüllt, kommt häufig zusammen mit Eisengesteinen vor, wodurch natürlich ihr Wert erheblich gesteigert wird, und erreicht manchmal eine Mächtigkeit von 20 m und darüber (bei Köln finden sich 25–30, bei Zittau gar 35 m dicke Schichten). Da sie meist viel oberflächlicher liegt als die Steinkohle, so ist ihr Abbau auch ungemein leichter und einfacher. So wird z. B. die berühmte „Umbra" in der Gegend von Köln in 2—3 m mächtigen Lagern durch Tagbau gewonnen.

Hauptbraunkohlenländer in Europa sind Böhmen (bei Teplitz und Eger), Preußen (zwischen Elbe und Oder, bei Halle und Halberstadt, dann wieder am Rhein zwischen Bonn und Köln), Hessen und Sachsen. Auch die

Alpenländer sind nicht leer ausgegangen; so wird am nördlichen Rand dieses Hochgebirges von Östreich (Häring in Tirol) und Bayern (Miesbach 2c.) seit lange Bergbau darauf getrieben; aber auch die Südalpen weisen einzelne Flöze auf (Monte Bolca bei Verona 2c.). Selbst das ferne Island baut unter dem Namen „Surturbrand" seit alter Zeit Braunkohlen ab, was für die hochnordische, an Brennmaterial so arme Insel von hoher Bedeutung ist. Nur in Württemberg fehlt bis jetzt neben der Stein- auch die Braunkohle, wenn auch bald da bald dort in seinen miocänen Sanden und Thonen einzelne Nester von letzterer gefunden werden. Dagegen hat Frankreich manche abbauwürdige Braunkohlenlager, und ebenso mangelt es den Vereinigten Staaten nicht an solchen.

Kann sich auch Wert und Menge dieses Brennstoffs mit dem der Steinkohle kaum annähernd messen, so ist die Ausbeutung und technische Verwendung desselben doch in keiner Weise zu unterschätzen. Hat doch Preußen allein schon im Jahre 1852 ca. 1 Million Tonnen ausgebracht, eine Produktion, die heute aufs Doppelte und Dreifache gestiegen sein dürfte. Unendlich bedeutender freilich für die Industrie ist

c) die Steinkohle (Schwarzkohle),

eine in der Regel fettglänzende, samt- oder pechschwarze Kohlenmasse von 75—90 % Kohlenstoff und geringerem Bitumengehalt als die Braunkohle. Beim Brennen backt sie bald schmelzend zusammen (Backkohle), bald sintern die Stücke nur aneinander (Sinterkohle), manchmal lassen sie auch einen erdigen, sandartigen Rückstand im Ofen (Sandkohle).

In der dichten Steinkohle sieht man nicht nur unter dem Mikroskop meist noch die Zellen der Pflanzen, aus denen sie entstund, sondern manchmal liegen auch noch wohlerhaltene,

mächtige „Baum"stämme in sie eingebettet, die keinen Zweifel über ihre Entstehung aufkommen lassen (vgl. uns. Fig. 26). Noch zahlreicher aber hat der schwarzgraue Schieferthon, der

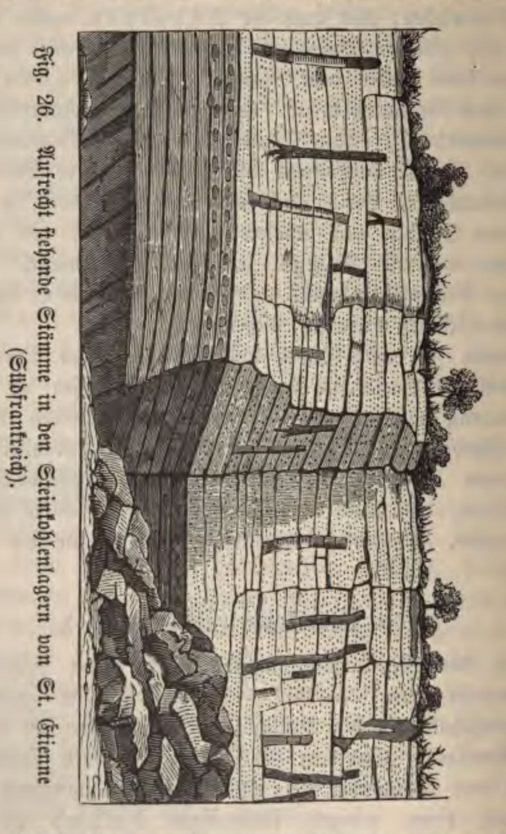


Fig. 26. Aufrecht stehende Stämme in den Steinkohlenlagern von St. Etienne (Südfrankreich).

alle Steinkohlenflöze umlagert, die Reste der Gewächse uns aufbewahrt, welche die alten Steinkohlen„wälder" zusammensetzten; findet man doch darin, oft in ungeheurer Menge und wunderbarer Pracht, Blätter von Farnkräutern, Stämme

von Siegel- und Schuppenbäumen, riesige Schachtelhalme und Araucarien (tropische Tannenarten) erhalten, die deutlich zeigen, daß auch die gesamte Steinkohle phytogenen Ursprungs ist.

Nur freilich sind es keine „Bäume“ gewesen, wie sie in unsern heutigen Wäldern (auch nicht den tropischen) wachsen, sondern ganz andere, uns völlig fremdartig anmutende Formen, von denen in die jetzige Flora nur elende, liliputartige Nachzügler noch hereinragen. Und doch muß solch ein Steinkohlen„wald“ ein für unsere Begriffe höchst einförmiges und langweiliges Aussehen gehabt haben, da wahrscheinlich nicht eine einzige blühende Pflanze darin zu finden war.

Der Boden, auf dem diese, meist hochstengligen, rasch aufschießenden und ebenso rasch wieder dahinwelkenden Gewächse, allerdings oft zu riesiger Höhe (vgl. die noch aufrecht stehenden Stämme von solchen „Bäumen“ aus der Steinkohlenzeit auf unserer Fig. 26) gediehen, hat man sich als eine Sumpflandschaft zu denken, in welcher die Pflanzen unter Wasser unvollständig verwesten und so ihren jetzt so schätzbaren Kohlenstoff uns erhielten (vgl. darüber im „grundlegenden Teil“, S. 129).

Die im „Steinkohlengebirg“ vorkommenden Pflanzenreste lassen keinen Zweifel mehr darüber zu, daß die Schichten, in welchen sich die Hauptmasse unserer „Steinkohle“ abgelagert hat, in der palöozoischen Zeit sich bildeten, wie wir denn auch unter den verschiedenen, ihr angehörigen Formationen eine insonderheit mit dem Namen der „Steinkohlenformation“ („Carbon“; carbo, lat. „Kohle“) zu belegen pflegen.

Nur darf man nicht meinen, daß bloß zur „Steinkohlenzeit“ solche Pflanzen gewachsen seien und nur damals sich Kohlen gebildet haben. „Versteinerte Kohlen“ können selbstverständlich in allen Flözformationen vorkommen, da sicherlich in allen Perioden der Erde Pflanzen wuchsen, die, unter günstigen Verhältnissen d. h. auf moorigem Grund abgelagert,

„verkohlen“ konnten und mußten. In der That liefern auch fast alle Sedimentgebirge solche Kohlen, die von der eigentlichen d. h. der Carbonzeit entstammenden „Steinkohle“ sich so gut wie gar nicht unterscheiden. Und wenn auch allem nach weder vorher noch nachher die Bedingungen für Kohlenbildung auf der Erdoberfläche so günstig waren wie eben in jener „Steinkohlenzeit“, so finden sich doch in älteren und jüngeren Formationen z. B. in der Trias (Keuper, „Lettenkohle“, deren Name sogar daran erinnert), in Jura und Kreide, aber auch schon im Devon hin und wieder Kohlenflöze abgelagert, die mit der besten „Steinkohle“ wetteifern und daher auch eifrig ausgebeutet werden. In Östreich z. B. baut man eine Liaskohle ab, die einen recht bedeutenden Ruf genießt und für die Industrie des Kaiserstaats nicht hoch genug anzuschlagen ist; in England und Hannover gewinnt man die sogenannte Wealden-(„Wälderthon“-)Kohle aus dem obersten Jura.

Aber allerdings denken wir, wenn der Name „Steinkohle“ genannt wird, eigentlich doch nur an diejenigen fossilen Kohlen, deren Heimat und Bildungsstätte eben der großen „Steinkohlenformation“ angehört. Mit vollem Recht; denn 90 % aller für die Industrie heutzutag verwerteten Steinkohle gehört hierher. Sind doch auch die Kohlenmassen, die sich dazumal, wohl in ganz ähnlicher Bildungsweise wie später die Braunkohle oder heute der Torf und wie alle zu „Kohle“ gewordenen Pflanzenstoffe, unter dem Boden aufgehäuft haben, so gewaltig, daß die Menschheit, wie man berechnet hat, noch Jahrtausende davon zehren kann. Sie treten auch da, wo sie überhaupt vorkommen, wirklich gesteinsbildend auf, so daß man alles Recht hat, diese ehmaligen Pflanzen unter den „Gesteinen“ der Erdoberfläche mit aufzuführen.

Immerhin aber wäre es ein großer Irrtum, zu meinen, daß zur Steinkohlenzeit Gebiete unseres Planeten in der ununterbrochenen Ausdehnung auch nur etwa von Europa mit

Pflanzenwuchs bedeckt gewesen seien. Ist doch auch in dieser Beziehung ausgerechnet worden, daß sämtliche Steinkohlenlager der Erde zusammengenommen noch nicht $^1/_{100}$ ihrer Oberfläche bedecken würden.

Es ist also durchaus nicht nötig, aber auch durchaus nicht wahrscheinlich, anzunehmen, daß zur Zeit der Steinkohlenformation auf Erden schon große, zusammenhängende Ländermassen vorhanden gewesen seien. Große, flache, sumpfige Inseln genügen vollständig, um diese Erscheinung zu erklären und all die Kohle zu erzeugen, der wir uns heute erfreuen.

Betrachtet man sich nun die Masse der „Steinkohle" genauer, so unterscheidet man hinsichtlich ihres Aussehens, ihrer Struktur und ihres Vorkommens eine ganze Anzahl von Sorten, deren wichtigste etwa die Glanzkohle, die Grobkohle, die Schieferkohle, die Kännelkohle,*) die Nußkohle und die Faserkohle sein mögen, Namen, die wir wohl kaum näher zu erklären brauchen.

In technischer Hinsicht pflegt man im allgemeinen fette (kohlenstoffärmere, aber bitumenreichere) und magere (kohlenstoffreichere, aber bitumenärmere) Sorten auseinander zu halten, die dann natürlich auch, je nach dem Gebrauch, den man davon machen will, ausgewählt werden. Soll z. B. wesentlich die Hitzkraft der Kohle zur Verwendung kommen, so wird man sich „magerer" Sorten bedienen, wozu allermeist der Athrazit gehört. Sieht man aber in erster Linie auf den Lichteffekt, so sind natürlich die „fetten" Arten vorzuziehen. Oder aber man zieht zuerst das Bitumen (die leuchtenden Öle) aus den Kohlen heraus und benützt dann den Rückstand als Brennmaterial. Dies geschieht durch

*) Eigentlich Candle- (candela, „die Kerze") Coal, weil sie viel Leuchtgas enthält; man könnte sie ihrem Aussehen nach sehr passend auch „Mattkohle" heißen.

die Koksbereitung, die in allen Steinkohlenländern heutzutag einen der wichtigsten Industriezweige darstellt und, wie bekannt, auch in jeder Gasanstalt zur Anwendung kommt.

Wir haben vorhin von Athrazit gesprochen, und oft genug wird die Art Kohle, die er darstellt, wirklich von der eigentlichen „Steinkohle“ geschieden und besonders neben dieser aufgeführt. Es dürfte aber doch angezeigt sein, denselben einfach den übrigen Steinkohlen beizuordnen, da er häufig durch Abnahme seines Kohlenstoffs und Aufnahme von Bitumen in ächte Steinkohle übergeht, überhaupt so viele Mittelstufen zwischen beiden vorkommen, daß eine scharfe Grenze nicht gezogen werden kann. Auch findet er sich in derselben Weise wie die Steinkohle und mit ihr zusammen in den Hauptkohlenländern in Flözen gelagert vor und ist zweifellos manchmal aus der Stein-, ja selbst aus der Braunkohle (durch Entfernung ihres Bitumengehalts) entstanden,

denn überhaupt die verschiedenen Kohlensorten diese ihre Verschiedenheit nach Aussehen und Zusammensetzung meist seis infolge ihres (größeren oder kleineren) Alters, seis infolge des (geringer oder stärker) auf ihnen lastenden Drucks erhalten haben.

Dagegen bildet der ächte Anthrazit chemisch betrachtet d. h. durch die vorherrschende Menge seines Kohlenstoffs in gewissem Sinn wieder den Übergang zu einer von den eigentlichen „Kohlen“ jedenfalls durchaus zu trennenden und weiter unten noch aufzuführenden Gesteinsart, dem Graphit.

Der Anthrazit ist eine eisen- bis samtschwarze, glas- bis halbmetallisch glänzende, spröde Kohlenmasse mit über 90 % Kohlenstoff, zugleich das härteste aller Kohlengesteine, für Heizungszwecke daher ein ganz vorzügliches Materiäl. Er kommt bald in selbständigen ausgedehnten Flözen bald mit der eigentlichen Steinkohle vergesellschaftet in allen größeren Kohlenbezirken der Erde vor,

so namentlich in Belgien, Westphalen, England und Nordamerika.

Damit haben wir aber bereits einige der hervorragendsten Länder genannt, in welchen die Steinkohlenformation ansteht und nutzbare Kohle liefert.

Weitaus in erster Linie kommt hier Großbritanien, dessen Steinkohlenausbeute (in Wales, Schottland, Mittel- und Nordengland) noch immer nahezu die Hälfte der gesamten Weltproduktion ausmacht, wenn auch nicht verschwiegen werden darf, daß dieses Land in absehbarer Zeit die Palme an die Vereinigten Staaten wird abgeben müssen. Während nämlich in England die Kohlenförderung kaum mehr einer Steigerung fähig ist, befindet sich die Union eigentlich erst am Anfang derselben und kann die Produktion ihrer ungeheuren Vorräte ganz nach Belieben vervielfachen, scheint dies auch in weit rascherem Maßstab zu thun als irgend ein anderes Kohlenland der Erde. Wohl sind die Einrichtungen, die Kohle zu gewinnen und zu verfrachten, in England noch immer am großartigsten und geradezu raffiniert ausgedacht. Alle bedeutendere Kohlenfelder sind durch Kanäle mit den großen Städten des Landes und den Industriezentren verbunden. Wo aber die Kohlenflöze in der Nähe des Meeres „ausbeißen“ — und vielfach hat in England die Natur selbst diese günstige Lage geschaffen —, da ist durch den billigen Wassertransport an und für sich schon dafür gesorgt, das kostbare Brennmaterial überall hin ohne Mühe zu schaffen. Und so werden in der That gerade die letztgenannten Gruben mit ganz besonderem Eifer ausgebeutet.

Die berühmtesten dieser Art sind wohl diejenigen von Whitehaven (Wales), die in Bau und Ausdehnung den Katakomben von Rom gleichen. Die Galerien, auf massive Kohlenpfeiler von 2—3 m Höhe gestützt, gehen 1000 m unter dem Meer fort, dessen Brandung man über sich hört, das sogar zuweilen einbricht und dann, wie im Sep-

tember 1837, Mannschaft und Gruben ersäuft. Aber gerade diese „Meerflöze“ gelten als die besten. Ganz ähnlich ist der Abbau der großen Northumberlandlager, die hauptsächlich Newcastle mit Kohle versorgen und den Weltruf dieser Industriestadt begründet haben. Indes gerade von diesem Kohlenfeld war schon in den 50er Jahren mehr als die Hälfte ausgebeutet.

Und was sollte aus einer Gegend werden, in der heutzutag mehr Leute unter als über der Erde Beschäftigung finden, wenn einmal die Grundlage dieser ganzen Erwerbsthätigkeit zu Ende ginge? Kein Wunder, daß man gerade in England in dieser Beziehung schon mit Bangen in die Zukunft geschaut hat, da nicht nur, wie oben erwähnt, die Kohlenproduktion thatsächlich an der Grenze des Möglichen angelangt ist, sondern auch wirklich, wie das eben Mitgeteilte zeigt, die Vorräte des Landes einer Erschöpfung zuzutreiben drohen. Man hat sich denn auch des öfteren schon mit diesen Fragen beschäftigt und 1871 wurde sogar von staatswegen eine parlamentarische Kommission mit der Untersuchung der Sache betraut, nachdem 10 Jahre vorher ein englischer Gelehrter den Gesamtvorrat der noch unter der Erde befindlichen Kohlen auf 80 000 Millionen Tonnen berechnet hatte. Wohl kam dann jene Parlamentskommission auf die etwas günstigere Ziffer von rund 150 000 Millionen Tonnen, aber zehn Jahr nachher (Januar 1882) wurde diese Summe von einem andern Techniker abermals auf 90 000 Millionen herabgedrückt.

Nun ist es zwar selbstverständlich unmöglich, hier ganz genaue Zahlen anzugeben, gerade so unmöglich, als man bestimmt und ziffermäßig zum voraus angeben kann, in welchem Prozentsatz in Zukunft die Verbrauchsmenge sich steigern wird. Immerhin lautet's bedenklich genug, wenn wir zu hören bekommen, daß die Kohlenvorräte Englands, falls der Konsum sich in der Weise steigert, wie seit den letzten 20

Jahren, nur noch 360, ja nach andern gar nur noch 280 Jahre vorhalten werden. Dies die Gründe, weshalb wir oben die Ansicht aussprachen, daß England als Kohlen- und ebendamit als Industriestaat über kurz oder lang von Nordamerika überflügelt sein dürfte.

Denn hier kennt man derzeit sieben große Steinkohlendistrikte, von denen eines auf Canada, die übrigen 6 aber alle auf die Union kommen, davon aber eigentlich erst das pennsylvanische gründlicher ausgebeutet wird. Die andern sind noch mehr oder weniger „jungfräulicher Boden" und bergen zugleich solch ungeheure Kohlenschätze in der Tiefe, daß alle in Europa sich findenden Kohlenlager gar keinen Vergleich damit aushalten können. Nimmt man hinzu, wie außerordentlich günstig meist in diesen amerikanischen Kohlenlagern der Abbau ist und wie neuerdings durch Entdeckung der gewaltigen Erdöl- und Gasquellen weitere und noch billiger zu beziehende Brennstoffe jenem Lande erschlossen worden sind, so ist der riesige Aufschwung der Vereinigten Staaten in industrieller Hinsicht eine sehr begreifliche Sache.

Bei Pittsburg z. B., dem Zentrum der Eisenindustrie in der Union, wo die schiffbaren Flüsse Monongahela und Alleghany zusammen den Ohio bilden, „beißt" der Kopf des 3 m mächtigen „Pittsburger Flözes" an den Thalgehängen „aus". Die Bewohner dürfen also nur vom Tag aus horizontale Strecken in den Berg treiben, die sich selbst entwässern. Zehn deutsche Meilen südlich davon geht dasselbe Flöz genau im Spiegel des Monongahela zu Tag: die Kohlenkarren gleiten von selbst auf der sanftgeneigten Fläche zu den harrenden Schiffen am Mundloch der Strecke. Bequemer konnte es die Natur wahrhaftig nicht machen. Und dieses einzige Flöz verbreitet sich über Pennsylvanien, Virginien und Ohio in einer Ausdehnung von über 14 000 englischen Quadratmeilen. Und trotzdem zieht man es in Pittsburg

heute vor, die Kessel und Hohöfen mit Gas oder Erdöl zu heizen, das fast kostenlos von den natürlichen Quellen aus in Röhren zur Stadt geleitet wird!

Man sollte meinen, ein derartig von der Natur mit Kohlen-, Eisen- und Ölschätzen gesegnetes Land habe keinerlei Konkurrenz zu fürchten. Und doch scheint, den Berichten neuerer Reisender zufolge, ein anderes, nämlich das „himmlische Reich“ der Chinesen in dieser Hinsicht noch günstiger daran zu sein. In China nämlich bedeckt die produktive Steinkohle noch größere Gebiete, und die Bequemlichkeit ihrer Ausbeute ist mindestens ebenso groß wie in den Vereinigten Staaten. Denn nicht nur werden auch jene Bezirke von großen, schiffbaren Flüssen durchströmt, sondern die Kohle selbst liegt fast noch oberflächlicher als in Amerika, und Eisen und Erdöl gleichzeitig in Hülle und Fülle daneben! Außerdem aber sind diese chinesischen Lager, obwohl seit uralter Zeit schon für den menschlichen Haushalt benützt, bis jetzt erst so gering und in solch primitiver Weise ausgebeutet worden, daß man z. B. erst seit einigen Jahren zur Förderung der Kohle Dampfmaschinen aufzustellen gelernt hat. Welch eine Steigerung der Produktion ist da zu erwarten, wenn erst die bezopften Bewohner jenes Landes die Hilfsmittel der modernen Technik für Hebung ihrer unterirdischen Schätze voll in Anwendung bringen, was ja sicher nicht ausbleiben wird.

Doch kehren wir auf den uns näher liegenden Boden des alten Europa zurück und sehen uns noch ein bischen um in den Hauptkohlenländern unseres eigenen Erdteils. Unmittelbar an England schließt sich hier das deutsche Reich, und zwar weitaus in erster Linie Preußen an, das an der Ruhr, an der Saar, am Rhein, in Westphalen und Schlesien unerschöpflich scheinende Vorräte von Steinkohlen besitzt. Interessant ist es dabei, zu hören, wie es zu seinen Hauptkohlenschätzen fast durch einen Zufall gekommen ist. Die Wiener Kongreßakte sprach (1814)

dem Königreich Preußen all jene Gebiete zu, die jetzt die weitaus meisten Kohlenmassen liefern. Hätte man damals geahnt, welche Reichtümer an der Saar uad am Rhein unter dem Boden versteckt liegen, so wäre sicherlich die „Karte Europas" etwas anders gestaltet worden, und allermeist hätte Frankreich sich auch einen Teil davon zuschreiben lassen.

Wie durch eine Ironie des Schicksals ist aber gerade das letztere Land fast ganz leer dabei ausgegangen, wogegen Belgien recht günstig wegkam. Denn die Kohlenlager in jenen Gegenden, ohne Zweifel einst mit den englischen in Zusammenhang stehend, gehen fast alle von der Rheinprovinz nach Belgien hinüber, hören aber hart an der französischen Grenze auf; nur bei Valenciennes ist noch ein kleiner Spickel für unsere westlichen Nachbarn abgefallen.

Trotzdem nimmt Frankreich die dritte Stelle unter den kohlenproduzierenden Ländern Europas ein, wobei freilich seine Ausbeute sofort auf den dritten Teil der preußischen sinkt, wie die folgende Tabelle zeigen wird. Sein Hauptkohlenrevier liegt bei St. Étienne (westlich Lyon), von wo aus Kanäle nach allen größeren Industriezentren des Landes den „schwarzen Diamant" weiter fördern. Immerhin kommt das kleine Belgien seinem so viel größeren Nachbarstaat an Kohlenausbeute fast gleich.

Die übrigen europäischen Staaten können wir hier übergehen, höchstens wäre noch Östreich-Ungarn zu erwähnen, das an Steinkohlenproduktion ungefähr Frankreich und Belgien gleichsteht. Nur erinnern wir bei dieser Gelegenheit nochmals daran, daß ein großer Teil dieser östreichischen und namentlich der ungarischen „Stein"kohle nicht der eigentlichen Steinkohlenformation entnommen, sondern Jurakohle ist, so im Banat, bei Fünfkirchen und in den Nordalpen.

Unter den einzelnen deutschen Staaten ist nächst Preußen insbesondere Sachsen und die Pfalz zu er-

wähnen, die von Saarbrücken her noch einige größere Flöze erhalten hat. Süddeutschland ist so gut wie ganz leer ausgegangen; denn die paar im südlichen Schwarzwald (Baden) in den Gneis eingeklemmten Kohlenschmitzen kommen für den Weltverkehr gar nicht in Betracht. Wo aber heutzutag Steinkohle fehlt, da hat auch die Industrie einen mehr oder weniger harten Stand. Umgekehrt fallen die großen Industrieplätze jeweils mit den großen Kohlenlagern zusammen; man darf in dieser Beziehung nur die Namen „Dortmund“, „Essen“, „Bochum“, „Saarbrücken“, „Neunkirchen“, „Chemnitz“ 2c. nennen.

Noch müssen wir darauf aufmerksam machen, daß auch die Steinkohle, wie dies übrigens schon aus dem bisher Gesagten zu entnehmen war, fast durchweg in Form von Flözen auftritt. Es hängt dies mit der Art ihrer Entstehung zusammen, die wir uns ganz in derselben Weise zu denken haben, wie diejenige von Braunkohle und Torf. Selbstverständlich dürfen wir, wie ebenfalls schon angeführt wurde, bei den Steinkohlen„wäldern“ nicht an Wälder im heutigen Sinn des Worts denken. Diese könnten eine derartige Masse von Kohlenstoff unmöglich erzeugen oder erzeugt haben. Ist doch berechnet worden, daß ein deutscher Hochbuchenwald, in Kohle verwandelt, nach 100 Jahren erst eine Schicht dieses Brennstoffs von 5—6 mm Dicke abgeben würde. Und nun haben wir Steinkohlenflöze von 5—10, mitunter 10—20 m Mächtigkeit; ja an einzelnen Plätzen, wie z. B. in St. Étienne, schwillt die Steinkohle auf eine 80—90 m dicke Masse an.

Ist wohl auch an solchen Orten die Sache kaum anders als durch Zusammenschwemmung zu erklären, so zeigen doch weitaus die meisten Steinkohlenflöze durch ihre Lagerung zweifellos an, daß die Pflanzen, die uns diese Brennstoffe geliefert, eben da einst gewachsen sein mußten, wo wir jetzt ihre Kohle aus dem Boden holen. Die Vorräte können also nur dadurch in solcher Menge aufgehäuft worden sein, daß

wir uns eine raschwachsende üppige Vegetation auf Sumpfland zu denken haben, die sie lieferte.

Mögen auch in dieser Hinsicht die Wachstumsverhältnisse zur Tertiärzeit noch günstiger gewesen sein, sofern die Braunkohlenflöze als solche eine weit größere Mächtigkeit zeigen als diejenigen der Steinkohle (dort durschnittlich 15—20, hier dagegen nur 3—4 m das *einzelne* Flöz), so sind doch, *im ganzen betrachtet*, die Steinkohlenmassen unendlich viel größer als diejenigen der späteren, z. B. eben der Tertiärzeit.



Fig. 27. Vielfach verworfenes Kohlenflöz von Blanzy (Frankreich).

Dies erklärt sich höchst einfach dadurch, daß in den Braunkohlengruben fast immer nur ein einziges, oder höchstens ein paar Flöze übereinander vorkommen, wogegen die Steinkohle meist *viele Dutzend solcher Flöze* (in der Regel 20—30, manchmal aber über 100) aufweist, die, durch Thon-, Sand- oder Kalkschichten getrennt, in schönster Reihe eins über dem andern, lagern. Ist ein derartiges Flöz auch nur 1 m dick, so verlohnt sich sein Abbau vortrefflich; hin und wieder nimmt man sogar Flöze von 0,4—5 m Dicke in Angriff.

Freilich muß bei dem Abbau sehr genau die „Streichung"

und etwaige „Verwerfung" der Flöze in Betracht gezogen werden. Denn öfters sind auch diese Schichten völlig durcheinander geworfen (vgl. unsere Fig. 27), so daß das „Trum" da und dort auszugehen scheint. Über den Abbau in einem Steinkohlenwerk selbst sowohl im Querschnitt der Gruben als auch „vor Ort" geben die beiden weiteren Figuren einigen Aufschluß (Fig. 28 u. 29).

In jedem Fall zeigt dieser Vergleich zwischen den beiden Hauptmassen von Brennstoff, den der Mensch aus dem Mineralreich sich nutzbar gemacht hat, eben durch diese ihre Lagerungsverhältnisse, daß wir uns die Zeit, während welcher sich die Steinkohlen abgelagert haben, als eine ungleich längere vorzustellen haben

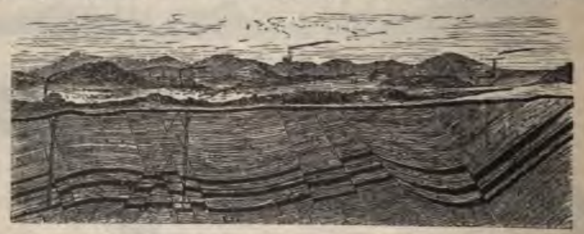


Fig. 28. Querschnitt einer Kohlengrube, in der 3 über einander gelagerte Kohlenflöze abgebaut werden.

als diejenige war, welche die Braunkohle erzeugte, mit andern Worten, daß die Dauer der Steinkohlenformation diejenige der mittleren Tertiärperiode um ein beträchtliches muß überragt haben.

Wir geben nun noch ein paar statistische Zahlen hinsichtlich der gegenwärtigen Weltproduktion von Kohle (Stein- und Braunkohle zusammengenommen), sowie eine vergleichende Übersicht bezüglich der Heizkraft unserer wichtigsten Brennstoffe. Zu gleicher Zeit weisen wir auf die frühere Tabelle über die Eisenproduktion zurück (S. 201), in welcher ja auch schon der Kohlenverbrauch der Hauptproduktionsländer mit Zahlen beigefügt ward. Die folgende Tabelle dagegen soll in erster Linie einen Einblick geben in die Steigerung der Kohlen-

ausbeute nach den letzten Jahren, soweit man überhaupt hie-von genaue und aktenmäßige Kunde hat.

Darnach betrug die Kohlenproduktion in den



Fig. 29. Arbeit des „Kohlenhäuers“ in seiner Grube „vor Ort“.

wichtigsten Kohlenländern der Erde in runden Zahlen nach Millionen Tonnen angegeben in den letzten Jahren (1876 bis 1884) etwa folgende Summen:

Staaten	Jahr	Tonnen	Jahr	Tonnen	Jahr	Tonnen
Großbrit. u. Irland	1879	134 Mill.	1881	154 Mill.	1884	160 Mill.
Vereinigte Staaten .	1877	54 „	„	77 „	„	107 „
Deutschland . . .	1877	48 „	„	62 „	„	70 „
Frankreich	1877	17 „	„	20 „	„	20 „
Belgien	1878	15 „	„	17 „	„	18 „
Österreich-Ungarn .	1876	14 „	„	19 „	1883	17 „
Rußland	1876	2 „	„	3 „	1882	4 „
Australien	1877	1 „	„	2 „	—	—
Spanien	1873	1/2 „	„	3/4 „	1880	1 „
Britisch Indien . .	1873	1/2 „	„	4 „	—	—
Kanada	1877	1 „	—	—	—	—
Japan	—	—	1882	1 „	—	—
Schweden	—	—	—	—	1882	1/4 „
Italien	—	—	—	—	1882	1/5 „

Aus dieser Tabelle ergiebt sich auf den ersten Blick etwa folgendes:

An der Spitze aller kohlenproduzierenden Länder steht zwar noch immer England, das etwa die Hälfte der gesamten Weltproduktion liefert. Dasselbe aber ist auf dem Sprung, von den Vereinigten Staaten überholt zu werden, ja es dürfte jetzt (1896) bereits überholt sein, da die Steigerung der Kohlenausbeute in Nordamerika geradezu unheimlich ist.

Das drittbedeutendste Land der Welt ist Deutschland, dessen Kohlenproduktion jedenfalls in den letzten 10 Jahren ebenfalls rascher gestiegen sein dürfte als die englische.

Ziemlich nahe beieinander stehen Frankreich, Belgien und Östreich, deren Kohlenförderung auch im Lauf der Jahre ziemlich gleich geblieben ist.

Als kohlenarme Länder sind in Europa zu verzeichnen: Italien, Schweden, Spanien und in Hinsicht auf seine Größe namentlich auch Rußland.

Unter den außereuropäischen Ländern, abgesehen von Nordamerika, taucht nach und nach, als am Weltmarkt sich beteiligend, neben den englischen Kolonien in Canada, Ostindien und Australien, insbesondere Japan auf. Bald dürfte noch mit ganz anderen Zahlen China folgen, das aber bis jetzt noch mit keiner Statistik aufwarten kann.

Die gesamte Weltproduktion an Kohlen wurde für das Jahr 1880 auf rund 330, für das Jahr 1881 auf 360 und für das Jahr 1884 bereits sogar auf 408 Milliofna Tonnen berechnet. Darf man diesen schon in obigen 4 Jahren konstatierten rapiden Aufschwung um fast $^1/_7$, wie wohl anzunehmen ist, in ähnlicher oder gar steigender Progression bis heute fortsetzen, so mag das Jahr 1896 eine Zahl von 6—700 Millionen Tonnen Kohle ergeben und um die Wende des Jahrhunderts dürfte die Milliarde erreicht sein: Zahlen reden.

Und nun noch ein paar weitere Angaben über den Nutzeffekt der verschiedenen, vom Menschen verwerteten Brenn=

stoffe, die ebenfalls klar darthun werden, daß und warum gerade die Steinkohle weitaus die erste Rolle unter denselben spielt.

Brenn-materialien	Kohlen-stoffgehalt	Heiz-effekt	Spezif. Gewicht	Strich	Erscheinungen beim Verbrennen
Anthrazit	90—95%	8	1,5	grau-schwarz	nicht rauchend, nicht riechend; schwache oder gar keine Flamme; nicht schmelzend.
Steinkohle	75—90%	7,3	1,2	braun-schwarz	schmelzend oder sinternd, bituminös riechend, stark rauchend, mit heller Flamme brennend.
Koks	90—95%	7—8	1	—	zusammenbackend, mit schwacher Flamme brennend, nicht riechend.
Braunkohle	55—75%	4	0,5-1,5	braun	nicht schmelzend, stark rußend und rauchend; mit brenzlichem Geruch.
Torf	30—40%	3	0,5-1	gelb-braun	stark rußend und rauchend, mit eigentümlichem Geruch, kaum glimmend.
Buchenholz	—	3,8	0,7	—	—
Tannenholz	—	2	0,4	—	—
Holzkohle	—	7	—	—	—

Wir fügen obiger Tabelle nichts weiter bei. Auch sie zeigt: Zahlen sprechen.

Bevor wir aber die eigentlichen Kohlengesteine verlassen und anhangsweise einiges über die Bitumina bringen, ist — ebenfalls als eine Art Anhang zur fossilen Kohle — noch eines Stoffs Erwähnung zu thun, der zwar nur selten eigentlich gesteinsbildend vorkommt, aber doch nicht übergangen werden darf. Wir meinen den

d) Graphit,

der, chemisch betrachtet, reiner Kohlenstoff, also dasselbe ist wie der Diamant, nur daß letzterer als Krystall sich zeigt, während der Graphit eine grob- oder feinschuppige, oft fast dichte, manchmal erdige, eisenschwarze Masse bildet mit metallischem Glanz, fettig sich anfühlend, weich und abfärbend. Da er aber in der Natur selbst nie ganz rein vorkommt, sondern stets mit Beimengungen von Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde oder Eisenoxyd, so wäre er, wiederum chemisch betrachtet, am nächsten mit dem Anthrazit verwandt, der, wie wir hörten, ebenfalls fast reiner Kohlenstoff (90 bis 95 %) ist.

Seinen physikalischen Eigenschaften nach unterscheidet er sich aber sehr bedeutend von ihm wie von allen Kohlen; denn er brennt und verbrennt merkwürdigerweise nicht, wird daher im Gegenteil gern zu solchen Gefäßen verarbeitet, welche die größte Hitze aushalten müssen (feuerfesten Tiegeln, Retorten 2c.)

Möglicherweise hängt diese Eigenschaft mit seiner Entstehungsweise zusammen, die freilich noch immer nicht ganz aufgeklärt ist. Die Gelehrten streiten sich nämlich bei ihm wie beim Diamant darüber, ob man es hier mit einem pflanzlichen Produkt zu thun habe wie bei allen echten Kohlen, oder ob er ursprünglich so, wie wir ihn jetzt finden, in der Natur als „Gestein“ abgelagert worden sei.

Der Graphit tritt gewöhnlich in der Form von sogenanntem Graphitschiefer auf, welcher zum Teil sehr regelmäßige flözartige, zum Teil sehr mächtige, größere oder kleinere, nesterförmige Einlagerungen im Gneis und Glimmerschiefer bildet, also stets den alten krystallischen Flözgesteinen aus der archäischen Zeit angehört. Ob damals schon Pflanzen (Algen?) gelebt haben, deren Kohlenrückstände unsern Graphit gebildet hätten, — wer will es sagen?

Die Hauptfundplätze des Graphits liegen in Böhmen, Bayern (bei Passau), in Schottland, Sibirien, Skandinavien und Nordamerika (Vereinigte Staaten und Canada). Seine Anwendung im Dienst der Menschheit ist bekannt. Neben der Herstellung feuerfester Tiegel (in Porzellanfabriken, Apotheken, chemischen Werkstätten 2c.) ist es hauptsächlich die Bleistiftfabrikation, die sich dieses Materials bedient. Faber in Nürnberg bezieht seinen Graphit großenteils aus Irkutsk (Ostsibirien), wo er sich am reinsten und nicht minder schön findet, als in den einst so berühmten Gruben von Borrowdale in Cumberland, die aber längst völlig erschöpft sind. Wie stark übrigens der Verbrauch des Graphits fortwährend ist, ersieht man daraus, daß z. B. Östreich allein jährlich ca. 200 000 Zentner dieses Materials gewinnt.

Anhangsweise führen wir noch das wichtigste über die

II. Bitumina

an d. h. über diejenigen der Erde entnommenen, brennbaren Stoffe, denen neben dem Kohlenstoff der Sauerstoff fehlt, dafür aber Wasserstoff beigemengt ist. Dadurch eben unterscheiden sie sich von den eigentlichen Kohlen und weisen auch auf eine andere Art der Entstehung hin. In der That ist jetzt auch so gut wie sicher festgestellt, daß sämtliche Bitumina, d. h. Kohlenwasserstoffverbindungen tierischen Ur-

sprungs sind (zoogen), wogegen die Kohlen, wie oben ausgeführt wurde, über ihre pflanzliche Entstehung (phytogen) keinen Zweifel lassen.

Ein weiterer Unterschied, daß nämlich diese Kohlenwasserstoffprodukte meist flüssig oder sogar gasförmig sind, kommt in sofern weniger in Betracht, als es auch eine Anzahl fester Formen unter ihnen giebt, wie wir bald hören werden (Erdwachs, Erdpech u. dgl.), so daß man immerhin auch hier von „gesteinsbildenden" Schichten der Erdoberfläche oder wenigstens Einlagerungen in dieselbe reden kann.

Aber „Gesteine" allerdings im eigentlichen Sinne des Worts kann man diese Mineralien mit dem besten Willen nicht heißen, und deshalb eben sollen sie hier nur als „Anhang" figurieren. Dennoch wird es bei der ungeheuren praktischen Wichtigkeit, die ein großer Teil dieser Gebilde seit 30—40 Jahren in allen Kulturländern erlangt hat, kaum erst eine Entschuldigung unsererseits beim Leser bedürfen, wenn wir uns namentlich über das Erdöl etwas weiter verbreiten.

„Bitumen", ein lateinisches Wort, wird im alten Schellerschen Lexikon kurzweg mit „Judenpech" übersetzt. So nämlich hieß im Altertum der Asphalt, weil derselbe fast ausschließlich durch die Juden vom Toten Meer aus, wo ja bekanntlich diese Masse viel vorkommt, in den Handel gebracht ward. Schon die Ägypter bedienten sich dieses Stoffs zur Einbalsamierung ihrer Toten, ebenso die alten Babylonier zum Verpichen ihrer Schiffe (vgl. 1 Mos. 6, 14) wie zur Bereitung ihres Mörtels (vgl. 1 Mos. 11, 3), ganz wie es noch heutigen Tags am unteren Euphrat geschieht. Im übrigen ward der Asphalt, insbesondere in flüssiger Gestalt als „Erdöl" im Altertum mehr als Arznei und Schönheitsmittel verwendet.

Die griechischen und römischen Ärzte z. B. wandten es gegen alle möglichen und unmöglichen Schäden an. Es sollte Zahnweh und Podagra, Flechten und Aussatz vertreiben und mit Essig vermischt besonders gut gegen Bauchgrimmen sein.

Die koketten römischen Frauen betupften ihre Augenbrauen mit Petroleum, ehe sie in Gesellschaft gingen; auch pflegte man die Bilder der Hausgötter damit anzustreichen.

Offenbar hatte das Ding für klassische Nasen nicht den widerlichen Geruch, den wir an ihm finden. Der alte Strabo wenigstens sagt geradezu, daß es „göttlich dufte“; so muß es auch den Athenern vorgekommen sein, sonst hätten sie nicht von einer solchen Ölquelle in der Nähe ihrer Hauptstadt die Sage erdichtet, Pallas Athene habe eigenhändig dieselbe aus dem Boden gezaubert und ihre Lieblinge damit beschenkt. Wir Deutschen sind in dieser Beziehung etwas offenherziger und derber; wir sagen kurzweg: „es stinkt“, wie wir auch gewisse bituminöse Schiefer und Versteinerungen (Belemniten) in unserem Lias „Stinksteine“ und „Katzenkegel“ heißen (sie riechen beim Reiben wie angebranntes Katzenhaar). Jedenfalls ist der höfliche Franzose auch in diesem Stück uns über, wenn er beim Erdöl von einem „odeur aromatique redet, qui n'est pas désagreable“.

Bekannt war demnach schon den ältesten Völkern dieser (Kohlenwasser-) Stoff und zwar in allen 3 Formen: fest (Asphalt), tropfbar flüssig (Erdöl), wie er von Babyloniern nach Ägypten, von den Sikulern nach Rom ausgeführt, und gasförmig, wie er von den alten Parsen oder Feueranbetern bei Baku als „heiliges Feuer“ verehrt oder in der Chimära an der Grenze von Lyzien und Pamphylien angestaunt wurde. Die letztere, eine noch heute aus einer Felsenspalte hervorbrechende, nie verlöschende, natürliche Gasflamme besingt schon der alte Homer als „wild ausschnaubend die schreckliche Macht des brennenden Feuers“.

Erst die Neuzeit hat all diese „Bitumina“ praktisch und in geradezu großartiger Weise verwertet. Der Asphalt dient zur Herstellung von Trottoirs, zur Fabrikation von Dachpappe u. dgl., das Erdöl hat für Beleuchtung und Heizung sich den Weltmarkt erobert, und das natürliche Brenngas

wird, wo es vorkommt, überall in den Dienst des Menschen genommen. Schon seit Jahrhunderten fingen z. B. die klugen *Chinesen* solches Gas auf, das an der Nordgrenze ihres Reichs in einer Längenausdehnung von 300 Meilen erbohrt wird, und leiteten es in Bambusröhren unter ihre Salzpfannen. Ganz ebenso verwenden heute die Fabrikanten von Pittsburg denselben Stoff zur Heizung der Dampfkessel. Und schon in den 50er Jahren hat die Stadt Fredonia am Eriesee ihre Straßen auf diese Weise fast kostenlos erleuchtet. Auch die alten „heiligen Feuer" von Baku dienen in unserer gar nüchtern gewordenen Zeit dem so viel profaneren Zweck, die Maschinenkessel zu heizen.

Was die *Entstehung* und das *Vorkommen* des Bitumens betrifft, so haben wir die erstere Frage bereits mit der Behauptung beantwortet, daß wahrscheinlich aller Kohlenwasserstoff in der Tiefe der Erde tierischen Gebilden seinen Ursprung verdankt, deren Fett durch einen natürlichen, oft wohl recht komplizierten Destillationsprozeß von mitunter sehr langer Dauer — denn Erdöl kommt schon in den ältesten Flözformationen vor — in Spalten, Klüften und Höhlen sich abgesetzt hat, von wo wir es nun wieder heraufholen.

Damit hängt dann die Beantwortung der zweiten Frage zusammen, und die wird von selbst darauf hinauslaufen, daß sich dieser Stoff in *sämtlichen Flözformationen* der Erde, aber auch *nur in diesen* finden kann, d. h. eben in solchen Gesteinen, die als Wasserablagerungen zu einer Zeit sich gebildet haben, da auf Erden schon tierisches Leben vorhanden war. Unter günstigen Umständen ist uns dann deren Fett in den betreffenden Schichten erhalten geblieben. Und in der That, es giebt kein Sedimentgestein, aus welchem nicht heutzutag das Vorkommen solcher Bitumina bekannt wäre.

In Canada z. B. gewinnt man das Erdöl aus den Gesteinen der *silurischen*, in Pensylvanien aus solchen der

Devon- und Steinkohlenformation. Die schwäbischen Liasschiefer, deren Reichtum an „Schieferöl“ (wohl das Fett der alten Saurier rc.) von Quenstedt auf etwa 4000 Millionen Mark pro Quadratmeile (vgl. oben S. 131) berechnet wurde, gehören bekanntlich dem unteren Jura an; dessen oberste Bänke führen bei Limmer (Hannover) ziemlich viel Asphalt, wie letzterer auch in den Kalken des württembergischen Tertiärs wieder vorkommt.

Die berühmtesten Asphaltgruben freilich sind etwas jüngeren geologischen Alters und gehören der Kreide an (Val Travers bei Neuenburg in der Schweiz, Totes Meer in Palästina, Insel Trinidad rc.). In das ältere Tertiärgebiet führen uns die Ölvorkommnisse im Unterelsaß (Pechelbronn, Lobsann), am Tegernsee u. s. w., wogegen die ungeheuren Vorräte an den östlichen Ausläufern des Kaukasus (Baku), sowie die berühmten Erdwachs- und Ölgruben am nördlichen Abhang der Karpathen (von Galizien bis zur Moldau und Walachei) im jüngeren Tertiär liegen.

Ja, O. Fraas hat an der Küste des Roten Meeres die Beobachtung gemacht, wie aus den dortigen Korallenriffen durch Verwesen der abgestorbenen Tiere fortwährend Öl in Löchern zusammensickert, das dem gewöhnlichen Erdöl durchaus gleicht und also den Entstehungsprozeß noch jetzt vor unsern Augen aufzeigt.

Bei der Wichtigkeit der Sache soll über die Geschichte der beiden Hauptölgebiete, die uns heute diesen Stoff liefern, wenigstens einiges mitgeteilt werden: Amerika und Rußland.

Beginnen wir mit Amerika, das seit Jahren uns Mittel- und Westeuropäer fast ausschließlich versorgt, so wollen wir uns hier auf Pennsylvanien beschränken. Dort wurden im August 1859 in der Nähe des berühmten Ölbachs (Oil-Creek), den schon die alten Indianer kannten und oberflächlich ausbeuteten, und der 30 m breit und 1 m tief ein

schönes Wiesenthal bewässert, die ersten Brunnen gegraben, von denen einer aus einer Tiefe von 20 m täglich 1800 Liter Öl lieferte. Ein Jahr darauf standen dort schon 2000 künstliche Bohrlöcher im Betrieb. 1865 hatten sich bereits 1085 Ölkompagnieen mit einem Umsatzkapital von 580 Millionen Dollar gebildet, und bis Ende 1867 hatte man 28 Millionen Barrels (á 160 l, also rund 50 Millionen hl) gewonnen.

Gleichzeitig zeigte sich ein fast noch größerer Reichtum auf canadischem Gebiet (zwischen dem Huron- und Eriesee), das auf einem verhältnismäßig kleinen Feld vom Juli 1861 bis Januar 1863, also in 1½ Jahren, 100000 Barrels (Faß à 160 l) lieferte. Der Findigkeit und dem Thätigkeitstrieb der Yankees war jetzt Thür und Thor geöffnet; ein wahres Ölfieber ergriff die Bevölkerung. Aber auch die Spekulation machte sich in wildester und raffiniertester Weise geltend, um so mehr als die Ausbeutung der Quellen vielfach vom Zufall abhängig ist. Der Boden in jenen Öldistrikten scheint wabenartig von Höhlen durchsetzt zu sein, die das vielbegehrte Naß bergen. Trifft der Bohrer gerade den günstigen Punkt, so entströmt dem Loch ein Ölquell, der oft haushoch emporgeschleudert wird. Aber siehe, gleich daneben geht ein anderer, dessen Bohrer gerade auf eine Scheidewand zwischen jenen „Waben“ geriet, völlig leer aus.

So hatte der „Ölmann“ John Shaw all seine Hoffnung auf ein solches Bohrloch gesetzt, schien aber im Januar 1862 ein ruinierter Mann, denn das schon 50 m tiefe Loch wollte das ersehnte Öl nicht bringen. Da stieß der zerlumpte, von Hunger geschwächte Ölsucher mit aller Anstrengung noch einmal hinab — er hört ein Gurgeln immer näher dringen und sieht bald das reinste Öl aus dem Bohrloch springen. In 15 Minuten ist der Schacht voll, ein zweiter und dritter Behälter wird gefüllt; aber für solche Mengen hat er nicht gesorgt: sie ergossen sich unbenutzt in den nahen Bach, 2000 Barrels in 24 Stunden, d. h. also

reichlich 1 Faß in ³/₄ Minuten. Shaw, morgens ein Bettler, ist abends ein Krösus; aber 2 Monate später will er etwas an seinem Glücksbrunnen nachsehen und ertrinkt in seinem eigenen Öl!

Kein Wunder, daß die Amerikaner bei solchen Funden von einem „Öldorado“ fabulierten, das ihnen zugefallen sei an Stelle des einst so viel gesuchten, fabelhaften „Eldorado“ (Goldland); ungeheure Reichtümer strömten dadurch herbei, die ganze Union und halb Europa ward den Glücklichen zinspflichtig. Städte wuchsen in jenen Ölbezirken wie Pilze aus dem Boden; Pithole City z. B., wo im Mai 1865 2 Häuser standen, war schon nach 3 Monaten zu einer Stadt mit 14000 Einwohnern angewachsen.

Mit der Zeit freilich gab auch hier die Natur ihre Schätze nicht mehr so ganz freiwillig her. Auch die reichsten Brunnen fingen an nachzulassen und fast überall muß jetzt das Öl aus der Tiefe gepumpt werden. Man bohrt zu diesem Ende ein Loch von 4—6 cm im Durchmesser, je nach Umständen bis zu einer Tiefe von 200 und mehr Metern hinab und schiebt sorgfältig eine eiserne Röhre nach. Ist die Ölschicht glücklich erreicht, so wird nicht selten zuerst der Bohrapparat „wie aus einer Kanone“ herausgeschleudert.

Fast überall liegt nämlich in jenem Gebiet das Öl zwischen einer Wasser- und Gasschichte eingepreßt; jene füllt die Sohle, diese die Decke der Höhle; natürlich, denn das Öl schwimmt auf dem Wasser und das Gas auf dem Öl. Hat der Bohrer letzteres getroffen, so strömt zuerst das bis dahin zusammengepreßte Gas mit heulendem Rauschen aus dem Loch, bald mischt sich Öl mit dem Gase, ein Strahl reinen Öls folgt nach und springt oft 30—40 m in die Lüfte. In diesem Augenblick eilt ein Arbeiter hinzu und verstopft die Röhre mit einem Pflock. Nun kann man den „Brunnen“ ganz nach Belieben abzapfen, bis nach Wochen oder Monaten der natürliche Druck nachläßt und das Öl nun mit Pumpen

heraufgeholt werden muß. Eine einzige derartige Quelle, der sogenannte „Reichsbrunnen“ lieferte dem glücklichen Besitzer längere Zeit hindurch täglich 3000 Faß Öl. Gegenwärtig scheint in Pennsylvanien wenigstens das Maximum der Produktion bereits überschritten. Aber schon treten ja andere Gebiete in die Lücke. Vor allem meldet sich

Rußland als gewaltiger Konkurrent der Vereinigten Staaten in dieser Hinsicht, das am Südufer des Kaspischen Meeres geradezu unerschöpflich scheinende Ölvorräte besitzt, und schon kann es durch zweckmäßig eingerichteten Transport (Eisenbahnen und Wasserstraßen) auch in Westeuropa zum Teil seinen Gegner aus dem Feld schlagen. Es ist das altberühmte Gebiet von Baku (auf der Halbinsel Apschekon) am Ostfuß des Kaukasus, das alles bis dahin Bekannte von Ölproduktion in Schatten gestellt hat.

Zwar findet sich Erdöl in großer Menge auch sonst in diesen Gegenden (so am Westabhang des Kaukasus auf der Halbinsel Kertsch, wo ein 1876 erbohrter Ölspringquell in 57 Tagen über 82000 Eimer geliefert hat, dann in der Umgebung von Tiflis, am Terekfluß, bei Derbent und Petrowsk am Kaspisee, ebenso östlich davon in der Turkmenensteppe); keines von allen indes hält einen Vergleich mit dem alten Baku aus, obwohl das dortige Ölrevier nur 89 km groß ist. Aber freilich, der ganze Untergrund (in tertiären Sanden und Thonen) muß hier auch mit Öl durchtränkt sein, und zwar verhältnismäßig ziemlich oberflächlich. Denn schon aus 40—50 m Tiefe, wenn der Bohrer dieselbe erreicht hat, springen Ölquellen hervor, eine davon über 40 m hoch, unter einem Druck von 12 Atmosphären. Zuerst pflegt Sand ausgeworfen zu werden, dann folgt Sand mit Öl gemengt, was einen großartigen Anblick gewährt, zuletzt das lautere Öl.

Wie groß der Ölreichtum bei Baku ist, mag man auch daraus ersehen, daß Brunnen, die weniger als 1000 Pud

(à 20 l, also 300 hl) täglich geben, schon als nicht mehr lohnend gelten. Von 500 Brunnen, die man erbohrt hatte, wurde daher nur die Hälfte benützt. Die 10 reichsten davon ergaben aber auch allein je 5 Millionen Pud in 2—3 Monaten (1 Million hl). Doch ist dieses russische Öl weit schwerer, enthält also weit weniger Leuchtöl (nur 23%) als das amerikanische; so wird letzteres stets einen gewissen Vorzug behalten, wogegen jenes zu Paraffin- und Schmierölbereitung tauglicher erscheint.

Auch am Kaukasus kommen übrigens neben dem Öl vielfach Gasausströmungen vor, und zweifellos hängen auch die in der Nähe befindlichen Salsen oder Schlammvulkane damit zusammen. Letztere, die in gar keiner Beziehung zu den ächten Vulkanen stehen, sind nämlich nichts anderes als Kohlenwasserstoffgase, die blasenartig den Schlammgruben entsteigen, in welchen auf thonigem Untergrund das Regenwasser sich sammelt. Ganz dieselbe Erscheinung zeigt sich in Mittel- und Unteritalien (Parma, Modena, Reggio), wo Kohlenwasserstoffausströmungen und Salzquellen in Verbindung mit solchen Schlammvulkanen stehen.

Ebenso entströmt in Pechelbronn (Pechbrunnen) und Lobsann im Unterelsaß den dortigen Ölgruben neben dem Öl selbst, insbesondere unmittelbar nach der Bohrung, Kohlenwasserstoffgas in großer Menge. Als man dort 1849 den Josefsbrunnen grub, geriet bei 30 m Tiefe der Boden plötzlich in Bewegung; es „pfiff, schnob und heulte mit betäubender Wucht, wie wenn ein Rudel Rüsselvieh unter dem Messer des Schlächters blutet“.

Es sind immer dieselben Erscheinungen, weil die nämlichen Ursachen; und sicherlich wird noch an vielen Plätzen der Erde der jetzt industriell so wichtige Brenn- und Leuchtstoff erbohrt werden. Hat doch auch z. B. Ostasien (im Pendschab, in Birma und Japan), sowie Südamerika (Argentinien) und Australien (Neuseeland) schon bedeu-

tende Mengen von Erdöl geliefert, die zum Teil seit Jahrhunderten ausgebeutet werden.

Es dürfte interessieren, auch über die gegenwärtige Erdölproduktion einige statistische Zahlen zu bringen. Wie oben schon angeführt, wurde im August 1859 in Pennsylvanien dieses Öl erstmals technisch gewonnen und zwar bis Ende des Jahrs 2000 Barrels (Faß à 40 Gallonen oder 160 l). Im nächsten Jahr (1860) stieg die Produktion schon auf 200000, im übernächsten Jahr auf 2 Millionen Barrels. Von da an nahm die Bewegung rapid zu und es wurden 1876 9 Millionen, und 1882 gar über 30 Millionen Barrels dem dortigen Boden abgezapft. Die Gesamtsumme des in den Vereinigten Staaten von 1859–82 (also in 22 Jahren) geförderten Erdöls betrug 220 Millionen Barrels. Seit 1882 macht sich eine zwar langsame, aber stetige Abnahme geltend: 1884 z. B. wurden in Pennsylvanien nur noch 24 Millionen Barrels gewonnen.

Dagegen trat in diesem Jahr Kalifornien mit 700000 Barrels neu hinzu. Welche Wertsummen bezeichnen diese Zahlen, vollends wenn man dazu nimmt, daß der Wert des natürlichen Gases, das man noch neben dem Öl 1884 in der Union dem Boden entnahm, allein $1^1/_2$ Millionen Pfund Sterling (30 Millionen Mark) betrug.

Im Gebiet von Baku, wo lange vor dem amerikanischen schon Erdöl gewonnen ward, ohne daß freilich der Westen von Europa etwas davon ahnte, begann der eigentliche Aufschwung anfangs der 70er Jahre. Nachdem z. B. schon 1832 150000 Pud (à 20 l, also 3 Millionen l = 30000 hl) dort gewonnen worden waren, stieg die Produktion im Jahr 1872, da man die ersten Bohrlöcher eintrieb und die ganze Sache mit den Hilfsmitteln der modernen Technik in Angriff nahm, bereits auf das 10fache ($1^1/_2$ Millionen Pud = 300000 hl). Im Jahr 1876 dagegen wurden 11 Millionen Pud (über 2 Millionen hl), im Jahr 1881 30 Millionen Pud (6 Mil-

lionen hl), und im Jahr 1883 56 Millionen Pud (11 Millionen hl) gewonnen, und seitdem nimmt die Steigerung alljährlich zu. Kein Wunder, daß jetzt, nachdem die russische Regierung auch für bessere Transportmittel gesorgt hat, dieses kaukasische Öl auch in Menge nach Westeuropa verfrachtet wird.

Eine Bahn, die lediglich dieser Sache wegen gebaut wurde, bringt das Öl von seinem Ursprungsort, dem Südende des Kaspischen Meers ans Ostufer des Schwarzen Meers; von hier wird es dann, lediglich auf dem (so billigen) Wasserweg über Italien nach dem Westen verschifft, wogegen ein anderer Teil — ebenfalls nur auf Wasserstraßen — die Wolga hinauf und durch Kanäle und in die Ost- und Nordsee geleitet wird. Natürlich werden die Transportschiffe (Wolgadampfer) selbst mit Öl geheizt, wie überhaupt in dem kohlenarmen Rußland jetzt die unermeßlich reichen Ölquellen einigermaßen als Ersatz für Steinkohle benützt werden. Trotz des riesigen Verbrauchs im eigenen Land wird aber, wie gesagt, heutzutag eine große Menge kaukasischen Öls auch zu uns gebracht.

Gegenüber den derzeit weitaus obenan stehenden Ölgebieten, Amerika und Rußland, kommen alle übrigen Länder der Erde, was ihre Produktionsziffern betrifft, eigentlich kaum in Betracht. So hat z. B. Galizien im Jahr 1883 noch nicht 200000 hl Erdöl geliefert*), von Elsaß, Hannover ꝛc. ganz zu schweigen.

Bekanntlich aber kann das Rohöl so, wie es aus dem Boden kommt, nicht ohne weiteres benützt, es muß zuerst gereinigt (raffiniert), d. h. einem Destillationsprozeß unterzogen werden. Dabei bemerken wir, daß infolge von Erhitzung immer zuerst die leichteren, nach und nach erst die schwereren Ölbestandteile gewonnen werden, bis schließlich ein Rückstand von Teer in der Retorte bleibt.

---

*) Jetzt allerdings dort auf mehr als das 10fache gestiegen, so daß fast die ganze östreichische Monarchie damit versorgt werden kann.

Beim Betrieb im großen gewinnt man also zuerst Ligroin und Benzin (sehr leichte und flüchtige, daher auch höchst feuergefährliche Ölstoffe), sodann das eigentliche Brennöl und Photogen; in dritter Linie kommen die sogenannten Solar- und Schmieröle; wieder einen Schritt weiter erscheint paraffinhaltiges Öl, das nach und nach ganz in (flockiges) Paraffin übergeht; endlich bleibt Teer und Asphalt zurück, — ein Fingerzeig, wie wir uns etwa auch die Vorgänge der natürlichen Destillation unter der Erde der Reihe nach zu denken haben.

Die Schwere und Brennstärke dieser verschiedenen Bitumina betreffend, stellen wir folgende Zahlen zusammen:

1. Benzin und Ligroin hat ein spezifisches Gewicht von 0,6 - 0,7,
2. Photogen oder Brennöl . . . . 0,7—0,8,
3. Schmier- und Solaröl . . . . 0,8—0,9,
4. Paraffin . . . . 0,9—1,
5. Asphalt und Teer . . . . 1,5—1,15.

Nehmen wir sodann die Lichtstärke einer Normalwachskerze = 1, so stellt sich dazu die Leuchtkraft der verschiedenen Öle etwa in der Weise:

eine Stearinkerze .	0,9—1,
eine Paraffinkerze . .	1,1,
Rüböl	2,8.
Photogen und Schieferöl	3,
amerikanisches Erdöl .	3,2,

Und merkwürdig, wie man heutzutage alles verwenden gelernt hat, und wie auch aus den scheinbar wertlosesten Stoffen oft noch die schönsten Erzeugnisse gewonnen werden! So liefert z. B. der schmierige und stinkende Teer, der Rückstand aller dieser Kohlenwasserstoffe, die herrlichen Anilinfarben, wie überhaupt daran zu erinnern ist,

daß das fast in allen Gesteinen steckende Bitumen nächst dem Eisen hauptsächlich der Haupterzeuger unserer Farben ist. Das herrliche Grün des Smaragds z. B., von dem schon Plinius sagt, daß dieser Edelstein „das Auge erfülle, aber nie sättige“ (man kann sich „nicht satt daran sehen“, pflegen wir Deutsche zu sagen), ebenso das Violett des Hyazinths u. dgl. ist zweifellos auf einen, wenn auch winzigen Gehalt von Bitumen zurückzuführen.

Vor etwa 30 Jahren hat man in dieser Beziehung in Petersburg üble Erfahrungen gemacht. Brachten da Juwelenhändler eine Anzahl herrlicher Edelsteine aus dem fernen Osten (Gegend des Baikalsees). Die hohe Aristokratie der Hauptstadt zahlte tausende von Rubeln dafür; aber, o weh, nach wenigen Monaten war all die Farbenpracht, die zuerst das Auge geblendet hatte, dahin: das Bitumen hatte sich unter Einfluß des Lichtes verflüchtigt, wie ja auch wir wissen, wie rasch die Anilinfarben im grellen Sonnenschein zu verbleichen pflegen.

Vom (flüssigen) Erdöl, in seinen reinsten und hellsten Sorten „Naphta“ genannt, zum (festen) Erdpech oder Asphalt finden sich in der Natur eine Menge Übergänge, was nach dem vorhin über die künstliche Destillation Gesagten nicht verwunderlich ist. Es hat daher kaum viel Wert, die einzelnen derartigen Stoffe, die man ihrem Inhalt und Aussehen nach mit den verschiedensten Namen belegt hat, weiter aufzuzählen.

Am häufigsten findet sich eben der Asphalt, der auch, wie schon angeführt wurde, zu industriellen Zwecken Verwendung findet. Seine Hauptlager gehören der Kreideformation an; am bekanntesten und wohl auch am längsten in dieser Hinsicht ausgebeutet ist das Tote Meer, wo Asphaltstücke (trotz 1,16 spezifischen Gewichts) auf dem (mit Salz gesättigten, also noch viel schwereren) Wasser schwimmen und auch in Gruben am Ufer gewonnen werden. Wer kennt nicht das

köstliche „Asphaltlied“ Scheffels von den beiden Derwischen, die jammernd rufen: „Wir kleben, wir kleben, wir kleben; wir kleben und kommen nicht fort“?

Ein großer Asphaltsee (2 km lang, ½ km breit) befindet sich auf der Insel Trinidad an der Mündung des Orinoko; derselbe ist manchmal mit einer förmlichen Pechkruste überdeckt und Pechwände umsäumen wie erstarrte Zacken und Felsen seine Ufer. Bei heißem Sonnenschein wird aber das Ding weich und schließlich zu einer flüssigen Pechmasse.

Viel seltener als Erdöl und Asphalt ist das sogenannte Erdwachs (Ozokerit). Es bildet dichte, wachsartige, gelbbraune bis hyazinthrote Massen, die aus 84% Kohlenstoff und 14% Wasserstoff zusammengesetzt sind. Außer in der Moldau, woher es zuerst bekannt ward, findet es sich in der miocänen Salzformation am Nordfuß der Karpaten. Boryslaw (Ostgalizien) ist derzeit die Hauptproduktionsstätte dieses sehr wertvollen Stoffs, von welchem im Jahr 1883 dort etwa 120000 Meterzentner gewonnen wurden. Infolge des fieberhaften, überstürzten Raubbaus aber, der auf dem im Grund genommen sehr kleinen dortigen Gebiet getrieben wird (nicht weniger als 12000 Schächte wurden angelegt) scheint der Höhepunkt der Produktion bereits überschritten zu sein.

Es erübrigt noch, am Schluß dieser „einfachen Gesteine“ eines Produkts zu gedenken, das man wohl am besten an die Bitumina und Kohlengesteine anfügt, wir meinen

III. den Bernstein.

Ist er doch, chemisch betrachtet, nichts anderes als Kohle und Bitumen in eines vereint, sofern er sich aus Kohlenstoff (40%), Wasserstoff (56%), und Sauerstoff (4%) zusammensetzt. Zu den „Gesteinen“ können wir ihn freilich von rechtswegen nicht zählen, weder physikalisch noch chemisch noch auch

petrographisch angesehen. Denn er ist nichts anderes als ein fossiles Harz und tritt auch nirgends „gesteinsbildend“ auf. Um so wichtiger ist seine Kulturgeschichte und technisch-industrielle Bedeutung. Sein Härtegrad beträgt 2 - 2,5, sein spezifisches Gewicht 1,08; beim Reiben wird er, wie jedes Harz, elektrisch (daher der griechische Name „Elektron“) und entwickelt einen angenehmen Geruch. Im Feuer verbrennt er unter heller, schwach rußender Flamme (daher sein deutscher Name; von „börnen“ = brennen).

Bei den altklassischen Völkern in höchstem Ansehen war der Bernstein, den phönizische Händler von den fabelhaften Gestaden der Ostsee herbeiholten, mit einem wahren Kranz von Märchen und poetischen Verklärungen umwoben. Dennoch kannten die griechischen und römischen Naturforscher schon ganz richtig sein Wesen, wie denn Aristoteles und Plinius ihn für „verhärtetes Baumharz“ erklärten. Jetzt wissen wir genau, daß namentlich eine Tannenart (Peuce succinifera Göpp.), über und über mit dieser Ausschwitzung bedeckt und gleich manchen heutigen tropischen Koniferen von solchem Harz wie von Eis starrend, zur älteren Tertiärzeit diesen Stoff erzeugt hat, der dann im Schoß der Erde und in eine meerische Ablagerung eingebettet hauptsächlich an den samländischen Küsten der Ostsee uns erhalten blieb.

Dort tritt nämlich an steilen Uferhängen eine mitteloligocäne, braunkohlenführende Schichte von etwa 27 m Mächtigkeit zu Tag, unter welcher, 1—6 m dick, ein bläuliches Lager von sandigem Thon sich befindet. Diese „blaue Erde“ ist das Muttergestein, das den Bernstein einschließt, und zwar zusammen mit Meermuscheln, Haifischzähnen und Holzstücken.

Wir haben es also zweifellos hier mit einer Meeresablagerung zu thun, in welche von dem nahen Land Holz und Harz eingeschwemmt wurde, letzteres von dem „Bernsteinbaum“ herstammend, der also zur älteren Tertiärzeit in diesen

Gegenden massenhaft wuchs. Daß aber diese seine Harzausscheidung sehr stark gewesen und sehr rasch vor sich gegangen sein muß, wird durch die zahlreichen Einschlüsse von Insekten (Ameisen, Mücken, Spinnen ꝛc.) bewiesen, die wir im Bernstein wie in einem gläsernen Sarg aufs schönste erhalten finden.

Die „blaue Erde", die im Samland eine Oberfläche von mindestens 340 qkm bedeckt, kommt gerade am Meeresspiegel zum Ausstreichen. So durchwühlen und durchspülen die Fluten, namentlich bei Seesturm, den Grund wie das Ufer und bringen bei dieser Gelegenheit die Bernsteinstücke mit heraus, die dann am Grund des Meeres abgesetzt oder ans Ufer ausgeworfen, manchmal auch, auf den Wogen fortgetragen, viele hundert Meilen von ihrem Heimatort entfernt erst angeschwemmt werden.

Man gewinnt daher an der Ostsee den Bernstein entweder einfach durch Ablesen des Strands, namentlich nach stürmischem Wetter, oder durch Heraufholen der Stücke vom Meeresgrunde („Bernsteinsammeln" und „Bernsteinstechen"). Neuerdings wendet man auch Baggermaschinen an und hat sogar angefangen, förmlichen Bergbau auf dieses geschätzte Material zu treiben, indem man Stollen in jene „blaue Erde" schlägt da, wo sie am Ufer zu Tag tritt.

Die Menge des jährlich gewonnenen Bernsteins beträgt zur Zeit etwa 200 000 Pfd. im Wert von 3 Millionen Mark., was der Krone Preußen zugut kommt, da die Sache Regal ist. Übrigens findet sich auch außerhalb des Ostseegebiets Bernstein in der Tertiär- und sogar der Kreideformation, so in Sizilien, auf dem Libanon und in Rumänien, doch überall hier in so unbedeutender Menge, daß seine Ausbeute für den Handel kaum in Betracht kommt.

Mit dem Namen des „schwarzen Bernsteins" wird keineswegs bloß echter Bernstein, wie er z. B. im rumänischen Tertiär von dieser Färbung vorkommt, sondern vielfach auch

eine mattglänzende, politurfähige fossile Kohle belegt, die sonst richtiger die Bezeichnung „Gagat" oder „Jet" (sprich „Schet") führt. Sie kommt besonders schön im Posidonienschiefer (Lias ε) Schwabens vor und wird noch immer (z. B. in Geislingen) zu Trauerschmuck verschliffen. Leider sind es keine eigentlichen Kohlenlager, die abgebaut werden könnten, sondern nur einzelne verkohlte (Araucarien-?) Stämme, die zufällig (beim „Fleins"brechen) mit herauskommen. Man hat daher neuerdings, um der Nachfrage zu genügen, auch die mattglänzende Kännelkohle verschliffen und sogar künstliche Nachahmungen aus Glas und Hartgummi hergestellt, die billiger, aber nicht so schön sind wie der eigentliche Gagat.

Wir verlassen damit die „einfachen" und gehen über zu den

II. Gemengten Gesteinen.

d. h. solchen, die aus einem innigen Gemenge mehrerer Mineralsubstanzen oder aus einem Aggregat gegenseitig verwachsener Individuen mehrerer Mineralspezies bestehen. Als Beispiel der ersteren Art nennen wir den Granit, als Beispiel der letzteren den Basalt, und fügen sofort hinzu, daß die große Menge der hieher gehörigen Gesteinssorten unschwer in die zwei Gruppen von massigen (Typus: Granit) und geschichteten (Typus: Glimmerschiefer) sich einteilen läßt. Beginnen wir also mit

A. den gemengten massigen Gesteinen.

Dieselben sind fast durchweg eruptiven Ursprungs d. h. als feurige Massen aus dem Erdinnern hervorgebrochen. Ebenso überwiegt in weitaus den meisten derselben der Feldspat. Wir können daher zunächst feldspathaltige und feldspatfreie einander gegenüberstellen, wobei freilich nach

dem eben Gesagten letztere so außerordentlich gegen jene zurücktreten, daß wir sie in unserer Darstellung eigentlich ganz übergehen dürften.

Suchen wir aber die Feldspatgesteine, mit denen wir uns also allein beschäftigen wollen, wieder in einzelne Gruppen auseinanderzuhalten, so bieten sich uns hiezu verschiedene Anhaltspunkte. Die am meisten wissenschaftliche Einteilungsmethode, die denn auch in den gelehrten Werken über Petrographie fast durchaus angewendet wird, geht aus von der verschiedenen Art, in welcher der Feldspat vorzukommen pflegt. In dieser Beziehung unterscheiden sich die sogenannten Plagioklase („schiefbrechender“ Feldspat) durch die parallelen Längsstreifungen, die man an dieser Art des Feldspats wahrnimmt, von den sogenannten Orthoklasen („geradbrechender“ Feldspat), welchen diese Längsstreifen fehlen. Da indes die genauere Beobachtung dieser Unterscheidungsmerkmale nur mit Hilfe des Mikroskops gemacht werden kann, so verbietet sichs für den Laien von selbst, näher darauf einzugehen.

Viel einfacher ist es, mit Quenstedt die massigen Gesteine nach ihrem Alter zu trennen, wobei übrigens wieder die Verschiedenheit des Feldspats und zwar seinem Aussehen und seiner Farbe nach, den Hauptanhaltspunkt bildet. In den alten Eruptivgesteinen nämlich (Granit, Porphyr, Grünstein) sehen die Feldspatkrystalle frisch, in den jüngeren (Basalt, Phonolit, Trachyt) glasig aus, was wohl von der verschiedenen Art der Erstarrung herrührt, indem die alten Massengesteine sehr langsam, häufig auch wohl unter großem Druck (unterirdisch), die jüngeren dagegen verhältnismäßig rasch und meist an der Erdoberfläche erkalteten.

Weitere, höchst bequeme Einteilungsgrundsätze gehen von dem Gefüge der betreffenden Gesteine aus, indem man nämlich solche mit körniger, solche mit porphyrischer

und solche mit dichter oder selbst glasiger Struktur je in besondere Gruppen bringt.

Endlich ist auch noch daran zu erinnern, daß einzelne dieser Massengesteine quarzhaltig, andere quarzfrei sind und wieder bei anderen ganz neue Mineralien als wesentlich mitbildend hinzutreten, z. B. Augit, Hornblende, Olivin u. s. w.

Indem wir die genannten Einteilungsprinzipien so kombinieren, daß der Laie darnach möglichst leicht das betreffende Gestein zu erkennen vermag, stellen wir zunächst die alten (plutonischen) Massengesteine mit frischem Feldspat den jüngeren (vulkanischen) mit glasigem Feldspat gegenüber und gruppieren dann die Unterabteilungen wieder nach dem Gefüge und der Vorherrschaft oder aber dem Abmangel eines bestimmten Minerals.

Beginnen wir mit

Kapitel I:

den älteren Eruptivgesteinen (den sogenannten plutonischen mit frischem Feldspat),

und zwar zunächst denjenigen, die

a) ein körniges Gefüge

zeigen, so gehört hieher vor allem

1. der Granit (Taf. VI, Fig. 1 u. 3),

der im Gegensatz zu den folgenden stets Quarz enthält und dessen Namen (granum lat. „das Korn“) schon auf seine Strukturverhältnisse hinweist. Er stellt ein Gemenge von Quarz, Feldspat und Glimmer dar, welche 3 Mineralien in lauter krystallinischen Körnern zu einer Masse verwachsen sind, ohne ein Bindemittel zu zeigen, aber so, daß man bei

einigermaßen typischen Stücken sofort und mit bloßem Auge jedes der 3 Mineralien deutlich von einander unterscheiden kann. Der Quarz bildet meist schmutzigweiße Krystallkörner; der Feldspat erscheint in rötlichen, graulichen oder weißen Tafeln, die auf dem Querbruch spiegelnde Flächen zeigen; den meist schwarzen, oft aber auch gold- oder silberschimmernden Glimmer erkennt man an seinen feinen, biegsamen Blättchen.

Freilich giebt es eine ganze Menge von Abarten des Granits, und fast jeder Fundort zeigt wieder eine andere Sorte. Am einfachsten unterscheidet der Laie wohl nach der Größe der einzelnen Bestandteile grobkörnigen, mittelkörnigen und feinkörnigen Granit.

Je nach Aussehen und Vorkommen wären als die wichtigsten etwa noch folgende, zum Teil sehr von einander abweichende Granitsorten hier aufzuführen:

α) Granitit,

in welchem der (rötliche) Feldspat fast ausschließlich die Herrschaft führt, dagegen nur wenig Quarz und sehr wenig (schwärzlicher) Glimmer sich findet. Typus hierfür ist der schöne Granit von Baveno (am Lago Maggiore), dessen Riesenblöcke z. B. zu den gewaltigen Monolitsäulen in der neuen Paulskirche in Rom verschliffen wurden (s. uns. Fig. 1 auf Taf. VI). Ebenso schön steht er im Harz (Brocken) und im Riesengebirge an, sowie in Thüringen (Ilmenau) und Tirol (Brixen).

β) Protogin-Granit,

auch Alpengranit genannt und damit seine Hauptursprungsgebiete andeutend, zeichnet sich namentlich durch die großen Tafeln von Feldspat aus, deren spiegelnde Flächen auf dem Querbruch in mattem Glanze schimmern (Julier- und Gotthardtgranit).

γ) Pegmatit,

eine der grobkörnigsten Sorten, darin der Feldspat oft fußlange Säulen und der silberweiße Glimmer große Tafeln bildet (Sachsen, Schlesien, Böhmen, Zwiesel im bayerischen Walde).

δ) Schriftgranit,

eine der eigentümlichsten Abarten, worin große Feldspatmassen von säulenförmigen Quarzstöcken so durchwachsen sind, daß letztere auf dem Querschnitt wie hebräische Buchstaben hervortreten (Bodenmais im bayerischen Walde, Ilmenau, im Riesengebirg, Tharand in Schweden).

ε) Syenitgranit,

der recht wenig Glimmer, dagegen schon etwas Hornblende enthält und daher unmerklich den Übergang bildet zum eigentlichen Syenit (Vogesen, Brixen in Tirol, Pilsen in Böhmen ꝛc.). Endlich

ζ) Granitporphyr,

eine der feinkörnigsten Sorten, die für das bloße Auge oft fast wie dicht erscheint, bei genauerer Beobachtung aber doch stets die echte, körnige Granitstruktur zeigt. Da indes in seiner Grundmasse bereits hin und wieder porphyrische Ausscheidungen von Quarz, Feldspat und Glimmer sich finden, so bildet er den Übergang zum eigentlichen Porphyr, was eben sein Name besagen will.

Der Granit tritt, geologisch betrachtet, in zweierlei Formen auf. Entweder erscheint er mit Gneis wechsellagernd und also offenbar selbst sedimentären Ursprungs, in den ältesten archäischen Formationen (Canada, Nordamerika, Skandinavien, Pyrenäen, Zentralalpen ꝛc.), wo er manchmal förmliche Schichten bildet und daher auch wohl besser als Gneis-Granit bezeichnet wird. Oder aber — und das

ist der eigentliche und typische Granit — bildet er stockartige Massen, deren ganzes Aussehen zeigt, daß sie einst glutflüssig dem Erdinnern entquollen. Diese Granite sind jedenfalls jünger als die zuerst genannten; denn die Phyllite und sonstige paläozoische Gesteine, selbst silurische und devonische Sedimente wurden von ihnen durchbrochen. Die Zeit ihres Ausbruchs ist also in die paläozoische Periode zu verlegen (Schwarzwald, bayerischer Wald, Erzgebirge 2c.), ja manche, wie der sogenannte Turmalingranit im Fassathal (Südtirol), sind erst zur Triaszeit ausgebrochen.

Schon die äußere Form der Granitgebirge läßt gar leicht erkennen, was für ein Gestein in der Tiefe verborgen liegt. Man hat es hier stets mit Kuppen und gewölbten Bergrücken zu thun, deren Höhen häufig mit riesigen, wollsackähnlichen Granitblöcken (Felsenmeeren) besät sind, so im Schwarzwald, auf dem Harz (Brocken) 2c. Die Bildung jener einzeln verstreuten Blöcke beruht wie bei den „Felsenmeeren" des Buntsandsteins darauf, daß einzelne Schichten des Gesteins leichter und rascher verwittern als andere und die Gesamtmasse an der Oberfläche zum Zerfallen bringen.

Fehlt der Quarz und tritt an dessen Stelle Hornblende, so entsteht, wenn der mitvorkommende Feldspat Orthoklas ist, Syenit, oder aber, wenn jener als Plagioklas auftritt, Diorit, zwei Gesteinsarten, die, weil beide ebenfalls vollkommen körnig, dem Granit äußerlich sehr ähnlich sehen, aber doch auch von dem Laien als solche erkannt werden sollten. Nehmen wir einmal den

2) Syenit (Taf. V, Fig. 3),

dessen Name von der ober-ägyptischen Stadt Syene sich herschreibt, woher, wie schon Plinius berichtet, die alten Ägypter das Hauptmaterial zu ihren Riesendenkmälern (Obelisken,

Tempelsäulen ꝛc.) holten. Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus (fleischrotem) Feldspat, zwischen dem pechschwarzer Glimmer und rabenschwarze Hornblende sichtbar wird. Letztere giebt der ganzen Masse ein dunkles, meist dunkelgrünes Aussehen, wodurch namentlich geschliffene Stücke sich leicht vom Granit unterscheiden lassen.

Im allgemeinen ist der Syenit seltener als der Granit, kommt aber doch fast überall mit diesem vor und bildet ganz ebenso allerlei Abarten von grob-, mittel- und feinkörnigem Gefüge. Die bekanntesten Plätze, wo er in Deutschland vorkommt, sind der Plauen'sche Grund bei Dresden, der südliche Schwarzwald (Todtmoos) und Odenwald (an der Bergstraße), der Spessart bei Aschaffenburg, sowie die Vogesen bei Giromagny. Nächst dem sächsischen ist der schwedische der berühmteste, der denn auch gleich jenem vielfach exportiert wird.

Granit und Syenit sind nämlich wegen ihrer Härte und des herrlichen Glanzes, den geschliffene Stücke zeigen, ganz besonders geignet zu Sockeln von Denkmälern, Grabsteinen, Säulen u. dgl., wogegen man sie eben ihres „massigen" Wesens halber nicht wohl zu Quadern behauen kann. Geschliffene Blöcke dieser beiden Gesteinsarten gehören zum schönsten, was man sehen kann, und sind von ewiger Dauer (z. B. die Granitsäulen in St. Paolo in Rom, die Jubiläumssäule auf dem Schloßplatz in Stuttgart, die Syenitsockeln bei verschiedenen Standbildern daselbst u. dgl.)

Auch darin stimmt der Syenit mit dem Granit überein, daß er gleich diesem bald sedimentär (dann ebenfalls richtiger Syenitgneis genannt), in seiner normalen Ausbildung aber als richtiges Eruptivgestein erscheint, das zur gleichen Zeit mit dem Granit ausgebrochen und alsdann jünger ist als die hauptsächlich in Nordamerika mit archäischen Sedimentgesteinen wechsellagernden Syenitgneise.

Der Syenit steht etwa gerade in der Mitte zwischen

derjenigen Granitart, die wir oben Granitit hießen und zwischen demjenigen Gestein, das wir nun als drittes hier aufführen, nämlich dem

3) Diorit.

Chemisch betrachtet besteht derselbe aus den gleichen Mineralien wie der Syenit, nämlich aus Hornblende und Feldspat, nur tritt der letztere bei ihm nicht, wie beim Syenit, als Orthoklas, sondern vielmehr als Plagioklas auf (mit Längsstreifen).

Darnach ist auch sein Aussehen dem des Syenits mehr oder weniger ähnlich; die schwärzlichen Hornblendesäulchen geben beiden eine dunkelgrüne Färbung. Dagegen ist das Korn beim Diorit stets feiner als bei Granit und Syenit, worauf auch sein Name anspielt. Der berühmte Mineraloge Hauy nämlich, der denselben gab, wollte damit andeuten, daß man beim Diorit das körnige Gefüge und seine einzelnen Bestandteile gerade noch mit bloßem Auge unterscheiden könne (griech.: „der unterscheidbare"). Natürlich kommen aber auch Sorten vor, bei denen dies kaum oder nicht mehr möglich ist; diese nennt man dann Aphanit („ununterscheidbar") oder wenigstens Dioritaphanit, da bei einiger Vergrößerung die Struktur auch hier sich als zweifellos körnig erweist.

Auch noch andere Abarten pflegt man zu unterscheiden, so den Dioritporphyr und Dioritschiefer, Namen, die eigentlich keine besondere Erklärung brauchen. Bei jenem geht das körnige in das porphyrische Gefüge über, bei diesem erscheint das an sich massige Gestein, wahrscheinlich infolge von Druck, schiefrig geschichtet. Besonders bekannt ist dagegen der sogenannte

Kugeldiorit oder Korsit

geworden, der zwar bis jetzt nur bei Ajaccio auf der Insel Korsika, und zwar in Granit eingebettet, gefunden, aber seiner

auffallenden Schönheit halber immerhin für würdig erachtet wurde, den Namen des großen Korsen (Napolen I) zu führen und seine Vaterstadt zu verherrlichen.

Obwohl im normalen Diorit kein Quarz vorkommen darf, finden sich doch auch ächte Dioritgesteine, die solchen enthalten. In diesem Fall redet man dann von Quarzdioriten, wie man auch den Namen Glimmerdiorit gebraucht, nämlich für solche Sorten, in denen Glimmerblättchen in größerer Menge sich einstellen.

Der Diorit ist gleich dem echten Granit und Syenit ein entschiedenes Eruptivgestein, das auch mit jenen beiden zusammen vorkommt und dessen Ausbruch in dieselbe, nämlich die (archäische und) paläozoische Zeit versetzt werden muß.

Diorit kommt in Deutschland vor an der Roßtrappe, auf dem Kyffhäuser, bei Ruhla im Thüringer Wald, im Erzgebirg bei Freiberg, in Nassau bei Wissenbach und an anderen Orten. Sehr nahe mit ihm verwandt, in chemischer Beziehung sogar dasselbe, ist der sogenannte Porphyrit, den wir aber seiner Struktur wegen doch besser erst unter den eintlichen Porphyren bringen.

Dagegen fügen wir hier zwei weitere körnige Gesteinsarten an, die zu den alten Eruptiv- oder Massengesteinen gehören und ebenfalls den Feldspat (und zwar in der Form von Plagioklas) zur Grundlage haben, nur daß je ein neues Mineral dabei hinzutritt. Es sind dies die von dem alten Werner und seiner Schule unter dem Namen „Grünstein" zusammengefaßte Felsarten des Gabbro und Diabas; bei ersterem tritt zum Feldspat noch Diallag, bei letzterem dagegen Augit hinzu. Wir beginnen mit dem

4) **Gabbro** (Taf. IV, Fig. 2),

dessen Name aus Toskana stammt, wo dieses Gestein in dem Städtchen Gabbro unter dem Namen „Granito di Gabbro"

gebrochen und verarbeitet wird. Schon der Name besagt, daß die Masse mit den bisherigen, nämlich Granit, Syenit und Diorit mehr oder weniger verwandt ist. In der That ist dies der Fall, nur wird der Quarz, der auch dem Gabbro fehlt, hier statt durch Hornblende vielmehr durch den sogen. Diallag (Blätteraugit) ersetzt. Dieses Mineral, wie schon sein Name besagt (Diallag, griech. „der sich verwandelnde", von dem schillernden Metallglanz seiner glimmerähnlichen Blätter), erinnert an etwas Metallisches, enthält auch, ganz wie der Augit, neben kieselsaurer Magnesia und Kalk etwas Eisen und giebt den Gesteinen, in denen es vorkommt, ein prachtvolles Aussehen. Berühmt sind in dieser Hinsicht die Blöcke beim Dorf le Prese im Addathal zwischen Bormio und Tirano.

Auch der schöne Schillerspat von der Baste (nordwestlich vom Harz an der Straße von Harzburg nach Braunlage), der neuerdings auch nach seinem Fundort Bastit genannt wird, sowie der Broncit von Kupferberg auf dem Fichtelgebirge mit seinen tombak- bis nelkenbraunen, glänzenden Blättern gehört hieher. Anderwärts wieder erscheint der Diallag in wundervollem Smaragdgrün, so namentlich in Oberitalien (Florenz), wo diese Art von Gabbro viel verschliffen und auch in der Wissenschaft besonders als „Smaragdit", aufgeführt wird. Sehr nahe damit verwandt ist der ebenfalls grasgrüne sogen. Saussurit, dem großen Saussure zu Ehren genannt, der ihn am Berg Mussinet bei Turin fand.

Schon die Namen, die dieses Gestein führt, sind sehr bezeichnend für dasselbe und weisen auf das Metallische (Broncit) und Schillernde (Schillerspat) hin, wobei wir nur noch bemerken, daß jenes von dem Diallag, dieses von dem Feldspat (Plagioklas) herrührt, der in allen diesen Gabbrogesteinen Labrador d. h. ein Kalkfeldspat ist. Letzterer Name stammt von der Labradorküste in Grönland, wo Missionare der deutschen Brüdergemeinde das prächtige Mineral zuerst auf der

St. Paulsinsel (daher jetzt auch Paulit genannt) fanden und nach Europa brachten. Das blaugrüne Schillern, das besonders bei geschliffenen Stücken hervortritt, ist sogar unter dem Namen „labradorisieren“ in die Wissenschaft eingeführt worden, gerade wie man aus dem ganz ähnlichen Schillerglanz des Opals das Wort „opalisieren“ gebildet hat. Das Gestein selbst, in welchem in Grönland der Labrador bricht, ist sogen.

Hypersthenfels (griech. „überkräftig“, weil er noch mehr glänzt und schillert als Hornblende und Augit) oder Hypersthenit, der außer in Grönland auch in Norwegen vorkommt und während der älteren paläozischen Zeit aus dem Erdinnern hervorbrach.

Häufig ist der Gabbro auch mit Serpentin vergesellschaftet, der jedenfalls durch Umwandlung aus jenem hervorging; gewisse andere Gabbrogesteine enthalten viel Olivin beigemengt, so daß man dann geradezu von einem

Olivingabbro redet, so auf den schottischen Inseln Mull und Skye, auch im Veltlin); der Olivin wird hier wie im Basalt sofort an seiner schmutzig grünen Farbe (ganz wie Bouteillenglas) erkannt.

Im übrigen gehören all die genannten Gesteinsarten zum Gabbro, der als massiges Gestein stockartig zwischen krystallinischen Schiefern, auch wohl zwischen Silur- und Devonschichten eingebettet liegt, also jedenfalls archäischen und paläozoischen Alters ist. Als Hauptplätze seines Vorkommens in Deutschland wären zu nennen: Das Radauthal im Harz, Ebersdorf in Schlesien, Dillenburg in Nassau, Penig im sächsischen Granulitgebirge und Wolpersdorf in der Grafschaft Glaz, wenn wir von den besondern Arten des Broncits (Fichtelgebirge) und des Schillerspats (Harz), sowie von den alpinen, italienischen und grönländischen Vorkommnissen absehen.

Wenn Leopold von Buch den Gabbro gern als „Urgrünstein“ bezeichnete, so wurde dann der Name „Grünstein“

überhaupt den verschiedenen Sorten derjenigen alten Massengesteine beigelegt, die wir jetzt

5) Diabas

zu heißen pflegen. Der Name (griech. „übergehend") soll andeuten, daß die verschiedenen Abarten unmerklich in einander übergehen, was in der That auch der Fall ist.

Vom Gabbro unterscheidet sich der Diabas durch seine chemische Zusammensetzung, indem an die Stelle des Diallags (Blätteraugits), den der Gabbro führt, jetzt gewöhnlicher Augit tritt, wozu sich meist noch allerlei accessorische Mineralien, hauptsächlich Chlorit, gesellen, welch letzteres diesen Gesteinen auch die grüne Färbung geben dürfte. Freilich ist der Chlorit ohne Zweifel selbst nichts weiter als ein Zersetzungsprodukt des Augits. Der Feldspat ist zwar beim Gabbro wie beim Diabas Plagioklas, aber doch in der Weise wieder zu trennen, daß wir es beim Gabbro stets mit Kalkfeldspat (Labrador), beim Diabas dagegen mit Natronfeldspat, und zwar Oligoklas („wenig brechend") zu thun haben.

Das zweite Mineral, das neben dem Feldspat allen Diabasen zukommt, der Augit, erscheint meist in unregelmäßigen Körnern, selten in ausgebildeten Krystallen von kleinen Säulen, hat aber stets eine schwärzlichbraune oder dunkelgrüne Farbe, die daher den Namen „Grünstein" rechtfertigt, den man früher all diesen Eruptivmassen gegeben hat.

Hin und wieder tritt auch Quarz hinzu, manchmal so reichlich (Kelterhaus bei Ehrenbreitstein, Neustadt bei Stolpen), daß man geradezu von Quarzdiabasen reden kann. Andere Abarten bezeichnet man, von ihrer Struktur ausgehend, als Diabasschiefer, Diabasporphyr, Diabasmandelstein u. s. w., Namen, die sich eigentlich alle selbst erklären.

Im allgemeinen ist auch der Diabas ein durchaus körniges Gestein und dadurch den Graniten verwandt. Doch

sind die grobkörnigen Arten hier die selteneren, feinkörnige überwiegen; ja manchmal erscheint die Masse wie dicht, in welchem Fall man dann von Diabasaphanit (Aphanit griech. „ununterscheidbar" oder „verschwindend") redet. Immer aber bleibt die grünliche Farbe.

Die Diabase treten fast ausschließlich lagerhaft zwischen paläozoischen Thonschiefern, Grauwacken, Kalk- und Kieselschiefern auf, indem sie sich nach ihrem Ausbruch aus der Tiefe (wohl unterseeisch) deckenartig auf dem einstigen Meeresboden ausgebreitet haben und dann später selbst wieder von Meerschlamm zugedeckt wurden.

Die Zeit ihrer Entstehung ist daher etwas später anzusetzen als diejenige der weißen Granite (und Porphyre) und fällt im allgemeinen mit der Devon- und Steinkohlenformation zusammen.

Die Hauptgebiete, in welchen in Deutschland diese Diabase oder Grünsteine auftreten, sind die Lahngegenden von Nassau; aber auch im Harz, Fichtelgebirge und sächsischen Voigtland finden sich große Lager von ihnen, ebenso trifft man sie im Silurbecken von Christiania (Norwegen) und im huronischen Schiefergebiet Nordamerikas wieder in gewaltiger Ausdehnung.

Auch begegnet man in den glazialen Schottermassen des nördlichen wie des südlichen Alpengebiets vielfach Geröllen von Gabbro und Diorit, obwohl eigentlich diese Gesteine bis jetzt noch kaum in Masse anstehend aus den Alpen bekannt sind.

Wir gehen nun über zu denjenigen alten (plutonischen) Massengesteinen, die

b) eine porphyrische Struktur

zeigen, d. h. eine dicht oder doch fast dicht erscheinende, teigartige Grundmasse, in welcher einzelne Krystalle von Quarz, Feldspat u. dgl. eingebettet liegen. Dieselben

haben sich als solche offenbar bei der Erkaltung und Erstarrung der noch feurigen Masse ausgeschieden. Wenn aber nicht die Gesamtmasse krystallinische Form angenommen hat wie bei den bisher behandelten granitischen Gesteinen, so rührt dies vielleicht davon her, daß bei den Porphyren die Erkaltung rascher vor sich ging als bei jenen. Darauf deutet wohl auch die in der Natur zu beobachtende Thatsache, daß so zu sagen jedem der körnigen Hauptgesteine (Granit, Syenit, Diorit, Gabbro, Diabas) auch ein entsprechendes solches von porphyrischem Gefüge zur Seite geht. Man könnte darnach von Granit-, Syenit-, Diorit-, Gabbro- und Diabasporphyren reden, deren Ausbrüche dann jeweils mit denen ihrer betreffenden Brudergesteine zeitlich zusammenzustellen wären, nur daß jeweils eine andere Art der Erstarrung stattgefunden hätte.

Der eigentliche Porphyr soll eine dichte, homogene Grundmasse bilden, in welcher die betreffenden Mineralien womöglich um und um krystallisiert liegen. Es giebt aber natürlich auch hier eine Menge Abarten und Übergänge, ja fast jede Lokalität zeigt wieder eine besondere Sorte von Porphyr. Wir haben z. B. solchen, der nur noch ganz wenige Krystalle einschließt, also ein nahezu dichtes Gestein ist; anderwärts kommt ein Porphyr vor, dessen Grundmasse blasige Hohlräume zeigt, dann haben wir bereits den Übergang zum Mandelstein u. s. w.

Auch ist zu beachten, daß die Grundmasse der Porphyre infolge von Verwitterung, die oft rasch vor sich geht, ein erdiges, tuffartiges Aussehen annimmt; dann ist oft schwer zu sagen, ob man es mit einem wirklich einst als Lava ausgebrochenen Massengestein oder nur mit ausgeschleuderter und später wieder zusammengebackener Asche (also bloßem Porphyrtuff) zu thun hat. So kommt z. B. im Höllenthal zwischen Freiburg i. Br. und Neustadt vielfach ein fast weißes massiges Gestein vor, auf den Klüften mit Mangandendriten wie mit schwarzem Moose bedeckt, und ohne daß sich eigentliche Kry-

stalle aus der Grundmasse abheben: — ein echter Thonporphyr, der einen wirklich zuerst irre führen könnte.

Für die Einteilung der so ungemein mannigfaltigen Porphyrarten kann man verschiedene Wege einschlagen und hat es auch schon gethan. Man kann, wie vorhin angeführt, das Alter und die wichtigsten Bestandteile gleichzeitig berücksichtigend, die Porphyre je an die entsprechenden körnigen Massengesteine anschließen und darnach von Granit-, Syenit- 2c. Porphyr reden. Oder man legt das Gewicht auf die in die Grundmasse eingebetteten Krystalle und redet, je nachdem diese aus Quarz, Feldspat, Hornblende 2c. bestehen, von Quarz-, Feldspat-, Hornblende-, Augit-, Glimmer-, Diallag- 2c. Porphyr. Umgekehrt kann man von der Grundmasse ausgehen und dieselbe entweder nach ihrem Gefüge oder nach ihrer Farbe als Anhaltspunkt zur Gruppierung benützen. Im ersteren Fall wird man Hornstein-, Eurit- (griech. „gut fließend") oder Felsit-, Thon- 2c. Porphyr unterscheiden, im letzteren einfach von rotem, grünem, grauem, schwarzem 2c. Porphyr sprechen.

Wir halten das letztgenannte Einteilungsprinzip als für unsern Zweck am passendsten, da der Laie, wenn er einmal ein Gestein seiner Struktur nach als Porphyr erkannt hat, zumeist weiter auf die Farbe sehen wird. Natürlich können wir nicht die verschiedenen Farbennüancen im einzelnen berücksichtigen, die in der Natur vorkommen, und die thatsächlich von hellgrauer oder fast weißer bis zu tiefdunkler, schier schwarzer Färbung die ganze Stufenleiter des Spektrums durchlaufen, sondern beschränken uns hier auf die zwei Hauptfarben: rot und grün.

Beginnen wir denn mit den

α) roten Porphyren (Taf. II, Fig. 2),

schon deshalb, weil eigentlich der Name (Porphyr griech. „Purpur") uns darauf hinweist. In der That scheint es selt-

sam genug, von andern als roten „Purpur"steinen zu reden; allein die Wissenschaft mußte ohne Rücksicht auf die Farbe eine Menge von Gesteinen mit denjenigen zusammenstellen, welche die Alten Pophyr hießen, weil sie nun einmal mit ihnen zusammengehören, und der Laie braucht sich also keineswegs zu verwundern, wenn man ihm grüne oder hellgraue „Porphyre" zeigt. Die wichtigsten nun unter jenen roten sind etwa folgende:

1. der **Granitporphyr** (Taf. II, Fig. 2),

der mit dem Granit aufs engste nach Lager und Vorkommen vergesellschaftet ist. Wenn man schlechthin von „Porphyr" redet, so meint man immer diesen. Die Hauptfarbe ist rot, doch kann dies auch ins Graue übergehen. Die nordischen (von Skandinavien) und die ägyptischen sind sogar tiefrot und weit feuriger als diejenigen aus unsern deutschen Mittelgebirgen (Schwarzwald, Harz, Fichtelgebirge 2c.).

Der Granitporphyr hat zwar eine sehr feinkörnige, dem bloßen Auge wie dicht erscheinende, dennoch aber, wie das Mikroskop zeigt, stets noch eine körnige Grundmasse. Diese verschwindet beim

2. **Quarz-** (oder **Felsit-**) **Porphyr,**

indem das körnige Gefüge jetzt einem wirklich dichten, gleichartigen Teig Platz macht, was eben der Name „Felsit" besagen will. Denn so heißt man ein hornsteinartiges Gebilde, das offenbar einst als kieselreicher Feldspatbrei aus dem Erdinnern hervorbrach.

Am bekanntesten ist in dieser Hinsicht vielleicht der Quarzporphyr von Bozen, in den dort meilenweit der Eisak sein schmales und tiefes Flußbett eingenagt hat, so daß das Thal häufig nur für Straße und Fluß Raum bietet und ein weiterer Platz für die Bahnlinie erst dem Berg abgerungen werden mußte. Wer schon über den Brenner nach Verona

gefahren ist, der kennt ja wohl die schroffen, dunkelroten Massen, auf deren Vorsprüngen und steil aufragenden Felsen so manches Schloß, so manche herrliche Ruine sitzt (z. B. die Trostburg bei Waidbruck).

Die beiden genannten Porphyrarten enthalten stets Quarz. Fehlt derselbe und tritt an seine Stelle etwa Hornblende, so heißt man das Gestein

3. Porphyrit.

Hieher gehört z. B. der berühmte „Porfido antico rosso", den schon die alten ägyptischen Baukünstler so vielfach benützten, und der dann zur Renaissancezeit wieder vom Nilland nach Italien für Herstellung von Denkmälern herübergeholt und mit obigem Namen belegt wurde. Es ist ein tiefroter, aber durchaus quarzfreier ächter Porphyr, der hauptsächlich aus der arabischen Bergkette stammt.

Auch der sogenannte Syenitporphyr, wie er öfters eben im Zusammenhang mit echten Syeniten, so namentlich in Altenberg (Sachsen) vorkommt, sowie der durch seine Beziehung auf Napoleon I. bekannte, von Girolata auf Korsika stammende Kugelporphyr (nicht zu verwechseln mit dem früher genannten, ebenfalls von jener Insel geholten und auf den großen Korsen bezogenen Kugeldiorit), sind hieher zu stellen, da auch bei diesen beiden der Grundton immer noch rot bleibt. Wird die Farbe der Grundmasse aber dunkel (braun, schwärzlich), dann ist eine Verwechslung mit anderen Gesteinen, insbesondere Melaphyr, oft kaum zu vermeiden.

Die roten Porphyre bilden Gänge und Stöcke sowohl in den krystallinischen Schiefern als in den Silur- und Devonschichten, gehören also der archäischen und paläozoischen Formation an, derselben Zeit, die uns auch die große Masse des Granits geliefert hat. Doch dürfte der Porphyr im allgemeinen jünger sein als der Granit, da häufig genug (z. B.

im Schwarzwald) dieser von jenem durchsetzt ist. Wiederum scheint der quarz*freie* Porphyr in einer etwas späteren Zeit ausgebrochen zu sein als der quarz*haltige*.

Auch *landschaftlich* sind die Gegenden, deren Berge aus roten Porphyren bestehen, sehr ausgezeichnet und unschwer kenntlich an den stumpfen Kegeln, die man hier überall trifft (Schwarzwald ꝛc.), wie man deshalb auch so gern von „Porphyrkegeln" redet. Das ist anders bei den

β) *grünen Porphyren*,

welche flache *Kuppen* bilden, was mit der ursprünglichen deckenförmigen Ausbreitung zusammenhängt (z. B. in den nassau'schen Lahngegenden). Damit ist gleichzeitig angedeutet, daß diese „grünen" Porphyre wesentlich mit den *Dioriten* („Grünsteinen") in Beziehung stehen, also hinsichtlich ihrer Entstehungszeit etwas jünger anzusetzen sind als die mit den Graniten vergesellschafteten roten Porphyre.

Die grüne Färbung rührt zweifellos von *Chlorit* d. h. zersetzter *Hornblende* her, die hier nirgends fehlt, und deren Vorhandensein ja eben auch den Diorit vom Granit unterscheidet. Man redet daher in diesem Fall auch wohl von „Dioritporphyren". Tritt dagegen statt Hornblende Augit auf und herrscht gar vor, so bekunden diese sogenannten „*Augitporphyre*" ihre Verwandtschaft mit den Diabasen; man könnte sie ebenso gut auch *Diabasporphyre* nennen, gerade wie man in dem ebenfalls öfters vorkommenden Fall, da aus einer teigartigen Grundmasse Diallag sich ausscheidet, von „*Gabbroporphyren*" spricht.

Haben die letzteren, wie der Gabbro selbst, eben des eingesprengten Blätteraugits halber einen metallisch schillernden Glanz und eine tombackbraune Farbe, so sind die Augitporphyre wieder gleich den Dioritporphyren vorherrschend grün, so daß sie an *Serpentin* erinnern könnten. In der That nennen auch die heutigen Künstler in Italien diese grünen Porphyre,

die vielfach dort als Sockel von Denkmälern und Säulen verschliffen werden, kurzweg Serpentino verde antico („grüner Serpentin der Alten"). Es ist in der That auch wohl dasselbe Material, das die alten griechischen Künstler im Peloponnes geholt und verschliffen haben und das schon Plinius unter dem Namen Marmor Lacedaemonium viride („grüner lacedämonischer Marmor") beschreibt.

Daß hier von „Marmor" und dort von „Serpentin" geredet wird, hängt eben damit zusammen, daß Arbeiter und Bildhauer einen Stein eben nach dem äußeren Ansehen beurteilen, ohne viel nach dessen Bildung und chemischer Zusammensetzung zu fragen. Haben doch selbst die Gelehrten für manche dieser grünen Porphyre in der Wissenschaft den neuen Namen „O p h i t" (griech. „Schlangenstein", also dasselbe was das lat. „Serpentin" bedeutet, auf die grünen Flecken der Schlangenhaut anspielend) einzubürgern versucht, obwohl sie natürlich recht wohl wußten, daß dabei weder an echten Serpentin noch viel weniger an Marmor gedacht werden dürfe.

Daß s ä m t l i c h e P o r p h y r a r t e n, die roten wie die grünen, in guten, unzersetzten Stücken sich vortrefflich als Material für das Kunsthandwerk eignen und schon seit uralter Zeit hiezu benützt wurden, geht schon aus dem vorhin Gesagten hervor. Denn wenn auch sie gleich allen eigentlichen „Massengesteinen" nur sehr schwer in Quaderform behauen werden können und daher zu gewöhnlichen Bausteinen sich keineswegs eignen, so ist dieses Material seiner Härte und Schönheit wegen und weil es meist einen vortrefflichen Schliff annimmt, umsomehr für Sockel von Bildsäulen, für Säulen, Tische, Altäre u. dergl. in Kirchen verwendbar.

Was endlich das V o r k o m m e n und die E n t s t e h u n g s z e i t insonderheit des g r ü n e n P o r p h y r s betrifft, so ist demselben wohl ein etwas jüngeres Alter beizulegen als dem roten. Wenn dieser, wie wir hörten, der archäischen

und der ersten Hälfte der paläozoischen Periode zugewiesen werden muß, so dürften die Ausbrüche der grünen Porphyre der großen Mehrzahl nach in die zweite Hälfte der letzteren zu verlegen sein.

Besondere Plätze aufzuzählen, an denen dieses Gestein sich findet, halten wir aber für überflüssig. Man merke sich, daß es überall in und außer Deutschland zugleich mit den andern Massengesteinen aus dieser Periode vorzukommen pflegt (also im Schwarzwald, in den Vogesen, im Fichtelgebirge, in Sachsen, Schlesien, Nassau 2c. 2c.).

Wenn wir nun zu den

Kapitel II:

jüngeren Eruptiv- oder Massengesteinen (den sogen. vulkanischen mit frischem Feldspat)

übergehen und dieselben mit der Gruppe der

a) Melaphyre und Mandelsteine

anheben lassen, so läßt sich darüber streiten, ob das richtig ist, und ob nicht gerade die letztgenannten nicht sollten noch zu den älteren, den plutonischen gerechnet werden. Manche Geologen thun das, und sie haben ihre guten Gründe hiezu. Insbesondere weisen sie dabei nicht mit Unrecht auf die Entstehungszeit dieser Melaphyre hin, und da kann und soll nicht geleugnet werden, daß die meisten derselben allerdings noch in die paläozoische Formation fallen, wenn auch in die spätere Abteilung derselben, die sogen. Steinkohlen- und Dyasperiode.

Andererseits läßt sich ebensowenig bestreiten, daß Melaphyre (z. B. in Südtirol) erst zur Trias-, also in mesozoischer Zeit ausgebrochen sind, sowie daß ihr ganzes Aussehen und

Gefüge viel mehr den wirklich vulkanischen, also den jüngern Eruptivgebilden ähnelt als den älteren.

Dahin rechnen wir in erster Linie das Vorkommen des Feldspats in glasiger Ausbildung, dahin ferner die meist dichte Struktur dieser Massen, die schon sehr an Basalt und Lava erinnern, dahin endlich die unmerklichen Übergänge, die manche dieser Melaphyre zum echten Basalt hinüber zeigen, so daß es auch dem wissenschaftlich Geübten manchmal schwer wird, wie er das betreffende Gestein eigentlich heißen soll.

Das alles veranlaßt uns, mit dem Melaphyr in der That die zweite Abteilung der Massengesteine, die der jüngeren, beginnen zu lassen, wenn wir auch zugeben, daß man sie ebensogut an den Schluß der älteren setzen könnte. Das Richtige wäre, den Melaphyr als ein Übergangsgestein zu bezeichnen, das sozusagen die Brücke schlägt von den plutonischen zu den vulkanischen Bildungen und als solches eben wiederum zeigt, daß die Natur niemals und nirgends einen Sprung macht, sondern daß auch das Ausbruchsmaterial aus dem feurigen Erdinnern von der Urzeit an bis zur Gegenwart in stetem Zusammenhang bleibt und durch hundert unmerkliche Übergänge unter sich verknüpft ist.

Das ist ja ganz richtig, daß die jüngeren, vulkanischen Gebilde, wie am besten unsere heutige Lava zeigt, es nie mehr zu körnig-granitischer, und nur selten noch und vereinzelt zu porphyrischer Ausbildung ihrer Massen bringen, daß vielmehr jetzt dichte Massen, ja sogar förmliche „Gläser“ überwiegen, die den alten, plutonischen Gesteinen ganz oder fast ganz fehlen. Es mag dies hauptsächlich daher rühren, daß Granite, Porphyre und „Grünsteine“, unter welchem Namen wir jetzt der Kürze halber Diorit, Diabas und Gabbro zusammenfassen wollen, unter starkem Druck wahrscheinlich sehr langsam erkaltet sind, während die späteren Feuergesteine, weil oberirdisch und an der Luft ausgeflossen,

verhältnismäßig rasch zur Erstarrung gelangten. Aber eben weil auch in der Gruppe der Melaphyre dies zu beobachten ist, bleiben wir bei unserer obigen Einteilung stehen, wollen indes aus dieser Gruppe, um nicht mit vielen neuen Namen zu ermüden und zu verwirren, die neuerdings einer Anzahl von Unterarten dieses Gesteins gegeben worden sind, als die wichtigsten nur die drei folgenden besonders hervorheben:

1. den eigentlichen Melaphyr,

ein massiges, ungeschichtetes, dichtes Gestein, von dunkler, grünlich bis blauschwarzer Farbe, das im wesentlichen nur aus Feldspat (und zwar Plagioklas) und Augit besteht, also dieselbe chemische Zusammensetzung zeigt wie der Diabas, nur daß letzterer körnige Struktur hat.

Der Name (Melaphyr griech. = „schwarzer Porphyr"), der von Brongniart herstammt, scheint freilich ursprünglich auf diejenige Ausbildung bezogen worden zu sein, in deren schwarzer Grundmasse der Augit in Krystallform eingebettet liegt, der also ein entschieden porphyrisches Gepräge zeigt und an ältere Feuergesteine erinnert. Indes hat im heutigen wissenschaftlichen Sprachgebrauch das Wort die Bedeutung angenommen, daß man allgemein unter Melaphyr dichte, schwarze Massen versteht, die dem Basalt oft sehr ähnlich werden und nur durch das Fehlen des Olivins sich von ihm unterscheiden.

Solche Melaphyre kommen z. B. in Schlesien (Löwenburg und Landshut), Thüringen (Ilmenau), am südlichen Harz (bei Ilfeld), im Nahethal (bei Kreuznach und Kirn) und an anderen Orten vor. Außerhalb Deutschlands ist namentlich die Gegend von Predazzo im Fassathal (Südtirol) für dieses Gestein berühmt geworden, das auch in Nordamerika in der Kupferregion des Oberen Sees (Lake superior) eine ungeheure Ausdehnung hat.

Der Melaphyr bildet Gänge und Kuppen, namentlich aber auch plattenförmige Lager, von oft kolossaler Ausdehnung zwischen den Schichten der Steinkohlenformation (z. B. im Zwickauer Kohlenrevier bei Planitz), vorzugsweise aber der Dyas, in deren Ablagerungszeit seine Ausbrüche fallen. Das Lagerhafte hängt wohl damit zusammen, daß die Eruptionen unter Wasser stattfanden und dann als Decken sich über den Schlammgrund der Meere ausbreiteten. Recht häufig zeigt sich aber der Melaphyr in der Ausbildung von sogen.

2. Mandelstein (Taf. V, Fig. 2).

Das ist ein altdeutscher Bergmannsname, der gar nicht übel auf die rundlichen Höhlungen anspielt, deren Kern dann beim Zerschlagen wie „Mandeln" herauszuspringen pflegt. Jene Höhlen verdanken ihre Entstehung zweifellos den Gas- und Dampfblasen, die zur Zeit des Ausbruchs aus der feurigen Masse aufbrodelten und dieselbe so nach der Erstarrung in ein blasiges Gestein verwandelten. Später führten dann Sickerwasser, die Kiesel in sich aufgelöst enthielten, denselben in die Löcher und lagerten ihn in der Form von Quarzkrystall, Achat oder Chalcedon von außen nach innen langsam und schichtenweise an den Rändern ab, bis das Blasenloch damit ausgefüllt und die „Mandel" gebildet war (vgl. S. 116 ff.).

Bei Oberstein und Idar im Nahethal, wo diese Mandelsteine ganz besonders schön entwickelt sind, haben die darin vorkommenden Achatkugeln seit alter Zeit die merkwürdige und heut noch blühende Industrie der Stein- (ursprünglich nur Achat-) Schleiferei ins Leben gerufen, die freilich gegenwärtig fast nur noch fremdes (von Brasilien, England &c. eingeführtes) Material verarbeitet. Nicht minder berühmt sind die Achatkugeln vom Netzberg bei Ilfeld (im südlichen Harz), deren keilförmige, „wie eine Scheermesser-

klinge" geschärfte Ränder gar schneidig in der schwarzen Melaphyrmasse liegen.

Auch der früher durch seine Achatgruben bekannte und stark durchwühlte Weiselberg bei Oberkirchen (10 km nordöstlich von St. Wendel, also ebenfalls im Nahegebiet) ist zu nennen, im übrigen aber daran zu erinnern, daß überall, wo echter, d. h. dichter Melaphyr vorkommt, auch solche mandelsteinartige Ausbildungen sich finden. Natürlich; denn Gasblasen werden in jenen alten Laven, sobald Gelegenheit dazu war, gerade so aufgestiegen sein, wie wir dies auch in den heutigen beobachten. Ein anderes, nämlich porphyrisches Gepräge trägt aber die dritte Abart, die wir aus der Melaphyrgruppe noch anführen wollen, der sogen.

3. Augitporphyr,

wie er namentlich aus dem Fassathal (Preddazo in Südtirol) bekannt und berühmt geworden ist. Meinte doch der alte Neptunist Leopold v. Buch in allem Ernst, derselbe habe bei seinem Ausbruch das ganze dortige Alpengebirge zur Hebung gebracht, was natürlich auch von dem Melaphyr des Harzes bezüglich dieses letzteren Gebirgs behauptet wurde.

Dieser „Augitporphyr" des Fassathals erinnert freilich — und das eben soll auch sein Name besagen — durch sein Gefüge, da in einer dunklen, tuffartigen Grundmasse um und um krystallisierte Augite eingebettet liegen, gar sehr an ältere d. h. echte Porphyre oder wenigstens Diabase, von denen ja verschiedene Sorten auch diese Bezeichnung erhalten haben. Andererseits aber steht er doch mit dem nicht weit davon vorkommenden echten d. h. dichten Melaphyr des Fassathals in so naher Beziehung, und ist auch so wenig an der gleichzeitigen, nämlich während der Trias stattgehabten Eruption beider zu zweifeln, daß wir durchaus keinen Anstand nehmen, auch dieses Gestein zur Melaphyrgruppe zu zählen.

Es wird dadurch nur abermals bestätigt, was wir oben schon aussprachen, daß diese Gruppe von Massengesteinen überhaupt eine Art Übergang bildet von den plutonischen zu den vulkanischen Massen.

Erinnert der Augitporphyr durch seine (porphyrische) Struktur an die älteren, so schlägt umgekehrt der eigentliche Melaphyr wieder die Brücke zu den jüngeren Eruptivgesteinen, an die wir nun kommen, und bei denen wir gleichfalls je zwei Hauptgruppen unterscheiden können: Basalt und Phonolit einer-, Trachyt und Lava andererseits.

Hier kann es nun freilich keinem Zweifel mehr unterliegen, daß wir es mit „jüngeren" (vulkanischen) Gebilden zu thun haben. Denn Basalt und Phonolit, auch ein großer Teil des Trachyte, gehört der Tertiärzeit an, wogegen ein anderer Teil der Trachyte bis in die Gegenwart herübergreift und so den Laven unserer jetzt noch thätigen Feuerberge die Hand reicht. Dies zeigt sich auch deutlich an der Struktur dieser Gesteine, die zwar häufig noch porphyrartig, sogar, wenn man so will, körnig erscheint, aber doch mit den alten Graniten und Porphyren ganz und gar nichts zu thun hat, und häufig genug auch in förmlichen „Gläsern" auftritt, wie solche eben eigentlich nur als Auswurfsmaterial unserer jetzigen Vulkane vorkommen.

Auffallend ist ja freilich, daß wir kein Massengestein kennen, das zwischen der Trias- und Tertiärzeit aus dem Erdinnern hervorgebrochen wäre, das also, auch zeitlich betrachtet, die klaffende Lücke zwischen Melaphyr und Basalt schlöße. Während der ganzen Jura- und Kreidezeit scheint nämlich in der That der Feuerherd des Erdinnern fast ganz geruht zu haben. Um so gewaltiger aber regte sich die Unterwelt wieder mit Anbruch des Tertiärs, und daß die Stoffe in jenem Hexenkessel sich trotz allem und allem im großen und ganzen gleich geblieben sind, ob sie nun „Pluto" oder „Vulkan" aus dem Hades förderte, das zeigen eben die Basalte,

die, wie wir oben schon angedeutet, manchmal kaum von ihren so viel älteren Brüdern, den Melaphyren, äußerlich zu unterscheiden sind.

Beginnen wir denn mit der ersten, nämlich eben der basaltischen Gruppe, d. h. mit

b) Basalt und Phonolit,

und zwar wieder zunächst mit dem

1. Basalt (Taf. III, Fig. 2),

so sei hier in erster Linie daran erinnert, daß wir diesen jetzt in aller Mund befindlichen Namen wahrscheinlich einem Schreibfehler des alten Plinius verdanken. Dieser römische Naturforscher redet nämlich von einem schweren, schwarzen Stein, der aus dem Lande Basan (im Norden von Palästina, östlich des Jordans, aus der Bibel schon durch seinen König Og bekannt, vergl. 5. Mos. 3, 11) stamme, und den er Basaltes nennt (soll aber ohne Zweifel „Basanites" heißen). Diesen Namen trug dann der älteste deutsche Geologe, Agricola (16. Jahrhundert) auf das schwarze Gestein des Schloßfelsens von Stolpen (östlich Dresden) über: dort also hat der „Basalt" seine Taufe erhalten und läuft seitdem in der ganzen Welt unter diesem Namen.

Auch noch eine andere geschichtliche Bedeutung hängt ihm an. Der Basalt nämlich war das vielumstrittene Gestein, um dessen Entstehungsweise am Anfang unseres Jahrhunderts die beiden wissenschaftlichen Schulen der „Neptunisten" und „Vulkanisten" sich bis aufs Blut bekämpften. Der Altmeister der neueren Geologie, Werner in Freiberg, war ausgesprochener Neptunist, d. h. er wollte die Bildung s ä m t l i c h e r G e s t e i n e durch Wasser erklären (Neptun ist ja der Gott des Wassers), und suchte dies auch vom Basalt nachzuweisen. Dem traten nun die Vulkanisten entgegen, die umgekehrt

alle, auch die Sedimentgesteine, auf feurigem Weg entstanden dachten (Vulkan ist bekanntlich der Gott des Feuers); Voigt u. and. nannten sogar den Basalt geradezu eine alte „Lava", manchmal auch „Trapp", ein Name, mit dem man in Schweden die freilich viel älteren Eruptionsgesteine zu bezeichnen pflegt, die dort die paläozoischen Sedimente treppenartig („Trappa" schwedisch „Treppe") überdecken. Wenn das nun auch nicht völlig zutrifft, weil die Basalteruptionen es wohl nur in Ausnahmefällen bis zum Ausfluß feuriger Ströme brachten, so ist doch heutzutage nirgends mehr der geringste Zweifel darüber vorhanden, daß der Basalt ein echtes und gerechtes Feuergestein ist.

Typische Stellen, wo man den Durchbruch desselben durch Sedimentgesteine, die dabei an den Rändern geschmolzen oder gefrittet wurden, noch mit Augen sehen kann, wie im Buntsandstein des Vogelsbergs und Odenwalds, aber auch im Weißjura der schwäbischen Alb, lassen darüber überhaupt nicht mehr streiten, wie auch das Gefüge des echten Basalts (z. B. von Unkel am Rhein, vom Puy de Charade bei Clermont, vom Calvarienberg bei Schemnitz, ebenso aber auch von schwäbischen, hessischen, badischen Fundorten) seinen ursprünglichen Feuerfluß unzweideutig verrät.

Der Basalt ist ein sehr hartes, dunkles, oft fast schwarzes, schweres (spezif. Gewicht bis 3, was z. B. der echte Melaphyr nie erreicht) Massengestein, das fast immer Olivin in gelblichen oder bouteillengrünen Körnern, die sich manchmal bis zu faustgroßen Klumpen zusammenballen können, bei sich führt. Auch Magneteisen ist dem Basalt stets, oft in förmlichen Körnern sich ausscheidend, beigemengt; daher seine Schwere, sowie seine schwarze Farbe und die Thatsache, daß Basaltfelsen stark auf die Magnetnadel einwirken.

Auch ein paar andere Mineralien, z. B. Nephelin, Leucit und Augit fehlen dem Basalt fast nie, die Grund- und

Hauptmasse aber ist natürlich auch bei ihm Feldspat (und zwar Plagioklas). Höchst merkwürdig aber ist, daß im Basalt von Ovifac (auf der Insel Disco, an der grönländischen Küste) neuerdings (von Nordenskjöld) auch Meteoreisen eingesprengt entdeckt wurde, eine Thatsache, die zu allerlei Hypothesen bezüglich der Bestandteile des Erdinnern führen und verführen könnte (vgl. S. 197).

Eine weitere interessante Thatsache beim Basalt ist die so oft an ihm zu beobachtende Absonderung in (meist sechseckige) Säulen. Das bekannteste Beispiel dafür bildet die berühmte, fast in allen geologischen Handbüchern abgebildete Fingalshöhle auf der Insel Staffa (westl. der schottischen Insel Mull), in die man vom Meer aus auf Kähnen hineinfährt. Die Basaltsäulen, schenkel- und mannsdick, gehen daselbst, wie auch wohl sonst, bis auf eine unbekannte Tiefe hinab. Nicht minderes Staunen erweckt der „Riesendamm“ im Norden von Irland, der aus ungeheuren Basaltsäulen zusammengesetzt meilenweit gen Himmel starrt. Wir brauchen übrigens nicht bis übers Meer zu gehen, um derartiges zu sehen. Wer schon eine Rheinfahrt gemacht hat, dem ist sicherlich aufgefallen, wie in der Gegend von St. Goar und Unkel überall an den Straßen, Eisenbahndämmen u. s. w. solche Basaltsäulen angebracht sind, die als Prellsteine dienen. Sie stammen vom Mendeberg bei Linz a./Rh., und sind fast alle vollkommen sechsseitig, so daß man dabei an Riesenkrystalle denken möchte.

Davon ist aber natürlich entfernt keine Rede; es handelt sich hier vielmehr lediglich um eigentümliche Absonderungsverhältnisse, die wohl mit der Art der (raschen) Erkaltung des Feuergesteins zusammenhängen. Hat man doch ähnliches auch schon bei andern Gesteinen, insbesondere aber an Laven heutiger Vulkane (Brüche von Punta della Scala südlich von Herkulanum, die, dem alten Lavastrom vom Jahr 79 nach Chr. entnommen, derzeit den Pflasterstein für Neapel liefern) beobachtet.

So gewiß nun auch der normale Basalt nicht nur dem bloßen Auge als eine dichte, gleichförmige, (homogene), aber allerdings porphyrische Masse erscheint, sondern dies auch thatsächlich ist, so giebt es doch wieder mehrere Abarten, die eine echt körnige Struktur zeigen. Man hat die grobkörnigeren Sorten als Dolerit (griech. „betrügerisch", so genannt, weil ihn Werner einst irrtümlicherweise als Flözgestein ansah), die feinkörnigen als Anamesit (griech. „in der Mitte stehend" nämlich zwischen Dolerit und echtem Basalt) unterschieden, hat aber neuerdings gefunden, daß die echten, d. h. die dichten Basalte infolge besonderer Erstarrungsverhältnisse aus jenen ursprünglich körnigen hervorgegangen sind, beziehungsweise sich mit diesen gebildet haben. Gleichzeitig wurde nachgewiesen, daß gar viele Basalte statt oder wenigstens neben dem Feldspat andere Mineralien, z. B. Leucit, Nephelin u. dgl. enthalten.

Wir können auf diese chemisch-mineralogischen Bestandteile hier nicht näher eingehen, glauben aber durch Aufzählung der verschiedenen Namen auch schon die Erklärung dafür gegeben zu haben, was man sich unter Leucitbasalt, Nephelinbasalt, Melilithbasalt für ein Gestein wird zu denken haben. Insbesondere die beiden letztgenannten Varietäten treten uns auch in den schwäbischen Basalten vielfach vor Augen; indes nur der Geübtere wird sie richtig unterscheiden können. Für den Laien mag es genügen, wenn er nur einmal den Basalt als solchen klar und richtig erkennt. Andere Spielarten dieses Gesteins, deren Namen von der äußeren Form und Zusammensetzung hergeleitet sind, tragen ebenfalls die Erklärung in sich selbst: so, wenn man bald von Kugelbasalt und bald wieder von Schlackenbasalt redet.

Letzterer z. B., vom Berge Medve bei Erlau (Ungarn) stammend, bildet eine poröse, schlackige Masse, überall von Löchern durchsetzt, deren Scheidewände oft so dünn werden,

daß ein förmlicher Schaumbasalt entsteht. Auch das hängt mit besonderen Erstarrungsverhältnissen zusammen: die Gase, welche die Löcher (wie beim Mandelstein) erzeugten, hatten offenbar keine Zeit mehr, vor dem Erkalten zu entweichen.

Bleiben die Scheidewände dicker und die Löcher klein, so liefern derartige Basaltsorten treffliche Mühlsteine, die z. B. bei Niedermendig (zwischen Mayen und dem Lacher See in der Eifel) schon von den alten Römern unterirdisch ausgebeutet wurden, eine Gewinnungsart, die ganz ebenso noch heute dort betrieben wird und eine blühende Industrie hervorgerufen hat (vgl. unsere Fig. 31).

Das Vorkommen des Basalts betreffend dürfte es genügen, darauf hinzuweisen, daß dieses Gestein hauptsächlich in Mittel- und Süddeutschland auftritt, während es dem Norden fehlt. Der Hauptzug von Basaltausbrüchen geht von der Eifel und dem Rhein über Hessen (Odenwald, Vogelsberg) auf dem linken Ufer des Main hinauf (Philippsruhe bei Hanau, dessen Basaltstrom das Material für den Frankfurter Pflasterstein liefert) zum Fichtelgebirge, sowie nach Sachsen und Böhmen, wo insbesondere die Gegend von Aussig (a./Elbe) durch ihre großartigen Basaltausbrüche berühmt ist. Von hier biegt dann der Zug südostlich nach Ungarn ab, wo das Gestein zwischen Schemnitz und Erlau wieder hervorbricht und noch am nördlichen Ufer des Plattensees erscheint.

Nur ein paar der interessantesten Lokalitäten wollen wir aus den unzähligen herausheben, an denen Basalt vorkommt, nämlich solche, die zugleich über die Entstehungs- und Bildungsweise dieses Gesteins jeden Zweifel unmöglich machen.

Einer der berühmtesten Punkte dieser Art ist der Meißner, der vielbesuchte, etwa 700 m hohe hessische Berg bei

Allendorf an der Werra, der schon während der Kämpfe zwischen Neptunisten und Vulkanisten als Hauptstreitgegenstand



Fig. 31. Die Mühlsteinbrüche in einem alten Lava-(Basalt-)strom von Niedermendig bei Andernach a./Rh. (Brohlthal).

figurierte. Auf regelrecht gelagertem Muschelkalk und Buntsandstein liegt dort ein mächtiges (tertiäres) Braunkohlenflöz, das schon seit Ende des 16. Jahrhunderts angebaut wird. Über demselben breitet sich als Decke des ganzen Bergs eine Basaltmasse aus, die mitunter auch den schönsten Dolerit führt. Auf der Grenze nun, wo Kohle und Basalt sich berühren, ist jene durch die Hitze des emporgedrungenen Feuergesteins in Anthracit oder auch in sog. Stangenkohle verwandelt worden, d. h. sie hat sich in lauter Säulchen abgesondert, die fast an Basaltsäulen im kleinen erinnern.

Dasselbe sieht man in Kleischa bei Aussig ebenfalls an einem von Basalt durchbrochenen Braunkohlenflöz.

Im Vogelsberg dagegen, der von hunderten von Basaltgängen fast siebartig durchsetzt wird, ist da und dort an den Berührungsstellen des Buntsandsteins mit dem feurigen Gesellen ersterer geschmolzen, gefrittet und entfärbt worden.

Weniger deutlich und nur an seltenen Punkten zeigen sich derartige Einwirkungen des heiß hervorgebrochenen Basalts auf der schwäbischen Alb; denn nur ausnahmsweise trifft man das Gestein des dortigen weißen Jura rot oder blauschwarz verändert. Um so merkwürdiger aber ist das Basaltvorkommen daselbst in anderer Hinsicht. Hat doch Professor Branco*) in einer umfangreichen Abhandlung nachzuweisen versucht, daß die bis jetzt beobachteten 125 Flecke, an denen Basalt oder Basalttuff vorkommt, ebenso viele Röhren darstellen, durch welche einst zur Tertiärzeit der feurige (Basalt-) Brei emporgedrungen ist. Bedenkt man, daß das Gebiet, auf dem diese Eruptionen stattgefunden haben, kaum einen Umfang von 20 □ Meilen hat, so darf man wohl auch hier sagen, daß der Boden zwischen Boll und Reutlingen und

*) Branco, Schwabens 125 Vulkanembryone, württ. naturwiss. Jahresh. 1894, S. 505 ff.

wieder zwischen Hohenheim und Blaubeuren wie ein Sieb durchlöchert ist.

Da nun aber diese Löcher wirkliche Kanäle mit ovalem Querschnitt, keineswegs Spalten oder Gänge sind, wie man dies öfters beim Basalt und fast überall bei unsern heutigen Vulkanen findet, so scheint dies darauf hinzuweisen, daß dereinst in dieser ganzen Gegend (Kirchheim-Blaubeuren-Münsingen) der im Erdinnern vorhandene feurige Basaltbrei vielleicht infolge von Gasentwicklung fast gleichzeitig an allen diesen Stellen emporgedrückt worden sei und zwar so, daß jede Ausbruchsstelle einen Schußkanal darstellt, an dem hier die Erdrinde wie ein Brett von einer Kugel durchbohrt wurde.

Ebenso dürfte es sich dabei um nur einmalige Ausbrüche handeln, nicht aber, wie bei unsern heutigen Vulkanen, um eine Jahrhunderte hindurch fortgehende Thätigkeit. Darauf deuten die hier überall zu beobachtenden „Maare“ oder Kessel hin, die natürlich entstehen mußten, wenn die ganze vulkanische Thätigkeit erlosch, nachdem in einer einzigen Explosion die zerstückten Trümmer des durchbohrten Gebirgs als „Asche“ (unser jetziger „Basalttuff“) herausgeblasen waren.

Da man heutzutag derartige Vorgänge nur sehr selten beobachtet, und überhaupt bis jetzt auf der ganzen Erde nur 50 solcher „Maare“ bekannt sind, so ist es immerhin höchst merkwerdig, wenn auf dem verhältnismäßig so kleinen Gebiet der Alb fast die dreifache Anzahl solcher „Vulkanembryone“, wie Branco nicht übel diese Maare nennt, neben einander liegen.

Mag es mit dieser Theorie stehen, wie es will, so viel ist jedenfalls sicher, daß kein einziger jener alten Vulkane jemals einen Lavastrom hat ausfließen lassen. Ist doch sogar an den allermeisten dieser 125 Punkte nur Basalttuff, d. h. der ausgeworfene Aschenbrei, nur bei wenigen der Basalt selbst zu beobachten. Mit Grund aber

vermutet Branco, daß überall da, wo wir Basalttuff haben, in der Tiefe, von dem Tuffmantel zugedeckt, echter Basalt sich finden werde und müsse. Derselbe ist eben beim Ausbruch nicht ganz bis ans Tageslicht emporgedrungen, sondern in der Röhre stecken geblieben.

Übrigens kennt man auch sonst auf Erden nur wenige Basaltströme, d. h. Plätze, an denen man noch jetzt sieht,



Fig. 32. Erloschene Vulkane in der Auvergne (Südfrankreich).

wie einst der Basalt gleich der heutigen Lava aus- und den Berg herabgeflossen ist. Außer in der Auvergne (bei Clermont), die in dieser Beziehung ein paar treffliche Beispiele zeigt (siehe unsere beistehende Figur 32), wäre insbesondere die Eifel zu nennen, in welcher freilich normaler Basalt gar wenig vorkommt.

Was die praktische Benützung dieses Gesteins betrifft,

so ist der Basalt heutzutag ein besonders gesuchtes und geschätztes Material für Straßenbeschotterung. Die Vortrefflichkeit der Straßen in Baden und Hessen z. B. verdanken ihren Ruhm wesentlich diesem harten Gestein, das zu ihrer Herstellung verwendet wird. Frankfurt a. M. pflastert sogar seine Straßen mit Basalt. In Württemberg wird solcher seit einigen Jahren ebenfalls zu diesem Behuf bergmännisch gewonnen (am Eisenrüttel bei Münsingen) und in einer Quetschmühle (oberhalb Urach) zerkleinert. Diesem staatlichen Betrieb ist neuerdings die Stadt Kirchheim nachgefolgt, die auf dem Hochbohl (Fuß der Teck) Basaltgruben angelegt hat zur Gewinnung von Straßenbeschläg.

Es liegt ja freilich in der Natur der Sache, daß die sämtlichen Massengesteine ihrer Härte und chemischen Zusammensetzung halber sich ganz besonders zu diesem Zweck eignen. Wenn daher auch das daraus gewonnene Material teuer zu stehen kommt und vollends die Herstellung von regelmäßigen Quadern (etwa zu Pflastersteinen) kaum zu erschwingen ist, so gleicht sich die Sache einigermaßen wieder aus durch die Dauerhaftigkeit und Güte, die dieses Gestein vor anderen bietet.

So pflastert z. B. Wien seine Straßen mit Granit (von Passau), Frankfurt a. M., wie gesagt, mit Basalt, Venedig und Padua mit Trachyt (von den Euganeen), Rom und Neapel mit Lava. Porphyr aber wird neben Basalt überall, wo er zu haben ist, als vorzügliches Straßenbeschläg benützt.

Doch wir gehen weiter zum

2. Phonolit oder Klingstein (Taf. III, Fig. 1),

der mit dem Basalt aufs engste vergesellschaftet ist. Er unterscheidet sich von diesem aber durch seine Farbe, Schwere und das Fehlen von Kiesel und Olivin. Der Klingstein hat

nur 2,5 spezifisches Gewicht (Basalt 3), ist nie schwarz, sondern grau, rötlich oder grünlich, enthält nie Quarz oder Olivin, dagegen meist glasige Feldspatkrystalle eingesprengt. Im übrigen bildet das Gestein eine dichte, kompakte Grundmasse mit feinsplittrigem Bruch und von großer Härte, und zeigt starke Neigung, sich in Platten abzusondern, die unter dem Hammer klingen: daher der gute, altdeutsche Name, der dann von der Wissenschaft ins Griechische übersetzt wurde (Phonolit griech. „der klingende Stein“).

Infolge von Verwitterung und Hinzutreten von Wasser scheiden sich oft allerlei hübsche Mineralien in Krystallform aus, so die auch im Basalt viel vorkommenden Zeolite, insbesondere aber die vom Hohentwiel her bekannten isabellgelben konzentrisch-strahligen Natrobite (vgl. Taf. III, Fig. 1), die früher vielfach geschliffen und als Ziersteine (zu Gesimsen 2c. in den königlichen Schlössern um Stuttgart) verarbeitet wurden. Auch Nephelin kommt in manchen Phonoliten vor und nimmt oft so überhand, daß man gewisse Arten geradezu Nephelinfels genannt hat, z. B. das am Nordrand des Vogelsbergs bei Meiches (8 km westlich Lauterbach) vorkommende fast körnige Gestein. Wieder mehr porphyrische Struktur zeigt dagegen der die höchste Höhe des Katzenbuckels bei Eberbach a. Neckar (höchster Punkt des Odenwalds) bildende Fels, den man auch wohl Nephelin-Dolerit genannt hat. In andern Phonoliten kommt dagegen verhältnismäßig viel Nosean vor; man spricht dann von Noseanphonolit, aus dem z. B. der Burgberg bei Rieden in der Nähe des Lacher Sees, aber auch der vorhin schon genannte Hohentwiel im Hegau besteht. Doch hat's für den Laien nicht eben großen Wert, derartige subtile Unterscheidungen zu machen, die meist erst mikroskopischer Untersuchung bedürfen.

Weit mehr fällt in die Augen, was die beiden, ohnedem stets brüderlich zusammen vorkommenden Ge-

steine, Basalt und Phonolit in landschaftlicher Hinsicht mit einander gemein haben, und das ist ihre Neigung, überall nur vereinzelt, aber zugleich in kühnen Fels- und Kegelbergen aufzutreten. Wo man also zwischen Rhein und Oder, wo man in der Eifel, im Hegau ꝛc. steile Klippen und einzelnstehende Kegel aus der Ebene hervorwachsen sieht — und dieselben zählen in Deutschland nach hunderten —, da darf man sicher darauf gehen, daß man es mit Basalt- oder Phonolitbrocken zu thun hat. Welchem von beiden Gesteinen der einzelne Berg angehört, das zeigt freilich dann erst die nähere Untersuchung, und dabei merke man sich, daß der Klingstein sich gern plattig, niemals aber, wie der Basalt, in Säulen absondert.

Ebenso mag man sich merken, daß beide Gesteine fast überall neben einander erscheinen. Wo man also in einem derartigen Gebiet sich befindet, wird man auch in der Regel bald beide zu Gesicht bekommen. So besteht z. B. der große Donnersberg bei Bilin (Böhmen) aus Klingstein, der nur 10 km südöstlich davon gelegene Hasenberg bei Klappey dagegen ist der „schönste unter den Basaltbergen Böhmens“. Ebenso haben wir oben von dem herrlichen Basaltvorkommen in der Gegend von Aussig gesprochen; nicht minder berühmt sind aber auch die dort sich findenden Phonolite, z. B. von Nestovitz auf dem linken Elbufer und vom Marienberg ganz in der Nähe der Stadt selbst.

Auch im Hegau sind beide Gesteinsarten scheinbar regellos unter einander gestreut: der majestätische Felsen des Hohentwiel, der daneben als schlanker Kegel emporstrebende Mägdeberg, Hohenkrähen und Staufen bestehen aus Klingstein, die nur wenige Kilometer davon entfernten, aber ebenso kühn aufragenden Kuppen des Hohenhöwen, Hohenstoffeln, Höwenegg und Neuenhöwen, dagegen aus Basalt. Großartig, wie Riesenstotzen schießen auch drei basaltische Buckel zwischen Riedöschingen

und Epfenhofen (bei Donaueschingen) mitten aus der Ebene hervor, das dortige Weißjuraplateau durchbrechend; der schönste davon ist der Wartenberg bei Geisingen auf dem linken Donauufer, ein schwarzer Felsklotz, mit einer mittelalterlichen Ruine gekrönt, dem man es schon von der Ferne ansieht, daß er mit dem ihn umgebenden Lagergestein (Braun- und Weiß-Jura) nichts zu thun hat.

Merkwürdig ist aber, daß vielfach das Verhältnis zwischen Basalt und Phonolit so erscheint, wie wenn der letztere auf ersterem aufsäße, so daß man schon daran gedacht hat, der Klingstein sei einst auf der feurigen Lava des Basalts „geschwommen.“ So gipfelt sich der basaltische Grundstock des böhmischen Mittelgebirgs zwischen Saaz und Aussig in dem phonolitischen Dom des Donnersbergs, ähnlich ist es in der Rhön und in der sächsischen Lausitz bei Spitzkunersdorf (westlich Zittau), wo sich die Phonolitkuppen auf Basaltunterlage erheben. Auch die isoliert stehenden Phonolitkegel, wie der Borzen bei Bilin („Biliner Stein“), der Schloßberg bei Teplitz und andere liegen wenigstens in nächster Nähe von Basaltbergen, ganz wie wir dies vorhin auch von den Kegeln des Hegaus gehört haben.

Nur in der Mitte der Schwabenalb kommt neben den dortigen 125 Basaltausbrüchen nirgends auch nur die Spur von Klingstein vor. Ebensowenig hat man im Ries Basalt gefunden, wobei freilich daran zu erinnern ist, daß dort auch nicht Klingstein, sondern der (wohl jüngere) Trachyt zum Ausbruch gekommen ist. Dasselbe gilt teilweise von der Eifel, insbesondere aber vom Siebengebirg, sowie von den berühmten Euganeen (südwestlich von Padua). Die Vulkanberge der beiden letzteren Gebiete sind entschieden trachytisch, während in der Eifel daneben auch noch Basalt vorkommt.

Zu eigentlichem Ausfließen scheint es aber seiner Zeit der Klingstein so wenig gebracht zu haben als der

Basalt; denn nirgends begegnet man Phonolitströmen, wie man heute z. B. von Lavaströmen redet. Die Entstehung der Kegelberge und plumpen Felsstotzen, wie sie gerade unsern beiden Gesteinen eigen sind, kann daher kaum anders gedacht werden, als daß zur Zeit dieser Ausbrüche die feurige Masse nirgends über die Oberfläche heraustrat, zugleich aber durch die weitausgeworfene Asche von einem Mantel vulkanischen Tuffs umhüllt wurde. Spätere Ab- und Auswaschung hat dann den leichten Tuff mehr und mehr weggeführt, so daß dessen Mantel jetzt nur noch den Fuß der Berge umkleidet, deren Kerngestein aber (der harte, der Erosion am längsten und meisten Widerstand leistende Basalt und Phonolit) als plumper Felsenklotz in die Lüfte ragt.

Über die Hauptlokalitäten, an denen in und außer Deutschland diese Feuergesteine sich finden, dürfte im bisherigen genug angegeben sein. Nur noch auf einen Punkt möchten wir aufmerksam machen, das ist der mitten aus der Rheinebene zwischen Breisach und Freiburg sich erhebende wundervolle Kaiserstuhl, der durch seine „Augitporphyre" und verschiedene sonst noch darin vorkommende schöne Mineralien berühmt ist. Indes auch er gehört gleich den altvulkanischen Bergen in Ungarn nicht eigentlich mehr der Basaltgruppe an, sondern weist mit diesen durch den mit- oder gar ausschließlich vorkommenden Trachyt auf jüngere Entstehungszeit hin und bildet dadurch den unmerklichen Übergang zu unsern heutigen Feuerbergen und deren Ausbruchsmaterial, zu

c) Trachyt und Lava.

Beide gehören zusammen und verhalten sich zu einander ähnlich wie Klingstein und Basalt. Klingstein und Trachyt sind olivinfrei und kieselarm, Basalt und Lava kieselreich und vielfach mit Olivin (oder Leucit) durchsetzt. Im übrigen ist

die „Lavengruppe“, unter welchem Namen wir Trachyt und Lava mit all ihren verschiedenen Abarten vereinigen können, chemisch von der basaltischen Gruppe nicht zu trennen. Nur geologisch scheint der Unterschied gemacht werden zu dürfen, daß manche der älteren (Basalt und Phonolit) unter Wasser (im Meer), die jüngeren (Trachyt und Lava) dagegen fast ausschließlich an der Luft (auf dem Lande) hervorbrachen, jene also langsamer, diese rascher sich abkühlten, was eben bekanntlich die verschiedene Art der Gesteinsstruktur vorzugsweise bedingt. Auch kann von eigentlichem Ausfließen des feurigen Materials nur da die Rede sein, wo der Prozeß an der Luft vor sich geht. Dies ist nun allerdings in der Regel nur bei der eigentlichen Lava der Fall, während die noch thätigen trachytischen Feuerberge (in den Anden) selten oder fast nie Ströme ergießen. Sehen wir daher zuerst dieses Gestein, nämlich den

1. Trachyt (Taf. VII, Fig. 1)

etwas an, so deutet schon der Name (Trachys griech. „rauh“) an, wie dasselbe oft genug unserem Auge erscheint: als eine rauhe, poröse, oft aber auch dichte Masse von grauer oder bräunlicher Farbe, in welcher der Feldspat und zwar als Sanidin (zu den „Orthoklasen“ gehörig) oft in 5—10 cm breiten Krystalltafeln sich ausscheidet. Wohl kommt auch Oligoklas vor, aber selten in augenfälligen Krystallen ausgeschieden.

Wer schon den Baustein des Kölner Doms (d. h. dessen ältere Teile) beobachtet oder das Material an Ort und Stelle, wo es einst für diesen Zweck gebrochen wurde, geklopft hat (in der „Domkaule“ oder am Drachenfels bei Königswinter im Siebengebirg), der kennt jene glasigen Sanidintafeln, die durch den Hammerschlag wie infolge von Verwitterung aus der porphyrischen Grundmasse sich

ablösen. Es ist das der echte Sanidintrachyt, wie ihn eben das Siebengebirge, und zwar in den mannigfaltigsten Modifikationen erzeugt, das, nicht viel über 5 km lang und breit, aus einem Wirrsal von flachen Kuppen sich zusammensetzt, die auf dem rechten Rheinufer gegenüber von Bonn allen Touristen auffallen müssen. Die Wolkenburg östlich vom Drachenfels, wo allerdings die großen Glaskrystalle fehlen, der Stenzelberg bei Haisterbacherrott, wo die mehr rötliche Trachytmasse in großen Brüchen zu einem viel gesuchten Baustein ausgebeutet wird, und andere Punkte sind auch um ihrer landschaftlichen Reize willen den Rheinfahrern sehr zu empfehlen.

Vom Sanidintrachyt unterscheiden sich gewisse Hornblendetrachyte, wie die rötlichen von Kozelnik bei Schemnitz (Ungarn), die ein mehr syenitartiges Aussehen haben, und insbesondere die dem Granit ähnelnden und auch diesem entflossenen (d. h. durch ihn durchgebrochenen) Trachyte von Zentralfrankreich (Auvergne), die man früher geradezu „granitische Laven“ hieß. L. v. Buch nannte später das Gestein nach seinem Hauptvorkommen am Puy de Dome (bei Clermont) Domit und wies nach, daß dort an mehreren Punkten meilenlange Ströme desselben einst den Kratern entflossen sein müssen (s. Fig. 32 auf S. 276).

Anders steht's in dieser Hinsicht mit dem Trachyt der Anden (Südamerika), deren himmelhohe Kegel (Chimborasso, Pichincha ꝛc.) bis über die Wolken (über 5000 m) sich erheben, und zwar als echte, vielfach noch thätige Feuerberge, die aber noch niemals einen Lavastrom aussandten, vielleicht eben der riesigen Höhe wegen. Das Gestein, das jene höchsten Spitzen bildet, ist freilich nur von ganz kleinen (Oligoklas-) Krystallen durchspickt und hat deshalb auch den besonderen Namen „Andesit“ erhalten.

Eigentliche Trachytströme zeigen immer jene großen, glasigen Krystalle, wie wir sie vorhin vom Siebengebirg be-

schrieben haben; so z. B. ein Strom, der wohl noch in vorgeschichtlicher Zeit in den Golf von Bajä (bei Neapel) sich ergoß und dessen Material demjenigen vom Drachenfels außerordentlich gleicht. Man hat daraus schließen wollen, daß das Siebengebirge, wie vielleicht auch manche Vulkane der Eifel in verhältnismäßig sehr später Zeit thätig gewesen seien, vielleicht sogar noch zur Zeit der Römer und alten Germanen. Man bezog darauf auch schon eine Stelle aus Tacitus, der erzählt, daß im Lande der Juhonen (Ubier bei Köln) unversehens Feuer aus der Erde brach, Gärten und Landhäuser zerstörte und bis zu „der neulich angelegten Pflanzstadt“ („Colonia“ d. h. Köln) vordrang.

Daß gewisse Trachyte, wenn auch nicht gerade als Laven ausgeflossen, so doch als feurige Bomben in die Luft geschleudert worden sind, dafür haben wir ein vortreffliches Beispiel an dem eigenartigen Vorkommen von Trachytfladen im Ries bei Nördlingen. Dort finden sich beim Heerhof in der Nähe von Kirchheim (Ries) ganze Äcker voll solcher Stücke, denen man es an ihrem ganzen Aussehen anmerkt, daß sie einst als glühend-flüssige Massen ausgeworfen und in der Luft gedreht wurden, ganz wie man dies an den „Bomben“ und „Fladen“ sehen kann, welche unsere heutigen Vulkane ausstoßen (vgl. uns. Fig. 1 auf Taf. VII).

Sollen wir außer den genannten noch weitere Lokalitäten angeben, wo sich in Deutschland Trachytgesteine finden, so sei neben dem Ries und Siebengebirge auf die Rhön (am Aldberg) verwiesen, auf den Westerwald (Gegend von Selters), die Eifel (am Lacher See) und andere Punkte.

Außerhalb Deutschlands ist namentlich Siebenbürgen und noch mehr Ungarn durch seinen Trachyt berühmt geworden. Das ungarische Trachytgebirge, das wie das mexikanische auch Gold- und Edelsteine (Opal) führt, umgiebt einerseits das große pannonische Gebiet zwischen

Schemnitz und Krannitz, andererseits steigt es zwischen Tokay und Eperies aus der Tiefebene der Theiß zu jenen Hügeln empor, deren Boden den allbekannten feurigen Wein liefert. Im ungarischen Trachyt finden sich dann auch Lager der eigentümlichen Perlite (Perlsteine), ebenso werden gewisse rauhe und poröse Trachytsorten wie diejenigen der porösen Lava von Niedermendig (vergl. S. 273) als Mühlsteine benützt und weithin verführt.

Der Perlit aber geht oft in einen völligen Bimsstein über und damit sind wir an den vulkanischen „Gläsern“ oder Laven angelangt, die beide aufs engste zusammengehören und nichts anderes als verschiedene Arten und Stadien von Erstarrung eines und desselben Materials darstellen. Kühlt sich nämlich eine dünnflüssige Lavamasse recht rasch ab, so entsteht ein „Glas“, ganz wie im Hochofen die Schlacke entsteht. An seiner Oberfläche aber bläht sich dann dieser Glasfluß infolge des Ausströmens von Gas- und Luftblasen zu einer schaumigen Masse auf: das heißen wir dann Bimsstein. Bei Beschreibung dieser

2. Laven (Taf. VIII, Fig. 2)

beginnen wir daher am besten mit der eigentlichen

α) Lava

selbst, jener bekannten glutflüssigen Masse, die überall bei Ausbrüchen thätiger Vulkane am Fuß des Aschenkegels aus einem sich öffnenden Mundloch („Boca“) auszuströmen pflegt. Es ist ein zäher Teig, aus geschmolzenen Mineralien bestehend, der je nach dem Neigungswinkel des Bergs rascher oder langsamer nicht eigentlich herabfließt, sondern so, daß die oberen über die unteren Massen stürzen, in fortwährendem Sichüberschlagen weiterschreitet.

Die Oberfläche erstarrt gar bald zu einer Schlackenkruste,

unter welcher aber oft noch nach Jahren die feurige Glut des Innern durch Spalten heraufleuchtet. Je länger der Weg ist, den der Strom schon gemacht hat, und je mehr seine Abkühlung fortschreitet, desto langsamer wird natürlich auch die Bewegung.

Die Oberfläche eines erstarrten Lavastroms ist daher am besten einem festgewordenen Teig zu vergleichen, dessen Schollen wie Kuhfladen übereinander ausgebreitet liegen (siehe unsere Figur 2 und 3 Seite 20 u. 21). Gegen oben und am Anfang ihrer Ausströmung bilden sich in dieser Lava durch ausströmende Gas- und Dampfblasen eine Menge von Höhlungen, so daß die Oberfläche oft ganz porös wird. Je mehr es dem Ende der Masse zugeht und je tiefer die Schichten liegen, die wir beobachten, desto mehr verschwinden diese Löcher, und der erstarrte Brei nimmt ein vollständig kompaktes, dichtes Aussehen an, fast wie echter Basalt.

Dem letzteren gleicht die Lava auch durch ihre Farbe, die, von Eisen herrührend, stets dunkel, oft fast schwarz ist, wenigstens von Haus aus. Steigen aber, was bei den meisten thätigen Vulkanen der Fall ist, chlorsaure Dämpfe auf, so bleichen die Gesteine oft vollständig, wie denn z. B. die Solfatara bei Neapel ein schneeweißes, kreideartiges Material zeigt, während die Laven im Krater des Vesuv in allen Farben schillern.

Was die chemische Zusammensetzung der Lava betrifft, so enthält ja freilich fast jeder Strom wieder besondere Bestandteile. Olivin, der für die alten Basalte so bezeichnend ist, kommt nur noch ausnahmsweise in der Lava vor. Um so häufiger aber finden sich Krystalle von Leucit und Augit eingebacken, so zwar, daß man aus der Art ihres Vorkommens den fast sicheren Schluß ziehen kann, daß die meisten derselben nicht erst in der ausgeflossenen Lava entstunden, sondern schon im Innern des Berges sich gebildet hatten und von dem heißen Brei nur umwickelt wurden.

Zugleich kann man, wenigstens bei den italienischen Laven, die beiden genannten Lavasorten deutlich der Zeit nach unterscheiden: die Leucitlava ist die ältere, die Augitlava die jüngere Bildung. Die sämtlichen Ströme daher, die dem Vesuv und Ätna in vorgeschichtlicher Zeit entflossen, sowie diejenigen, die im Albaner Gebirg (östlich von Rom) sich finden, das ja längst keine thätigen Feuerberge mehr aufweist, diese alle bestehen aus Leucitlaven. Berühmt sind aus ihnen die oft herrlichen, um und um krystallisierten Leucite, die aus der Somma (dem alten Vesuvkrater) oder der Roccamonfina (nordwestlich von Capua) stammen. Die letzteren können Apfelgröße erreichen, während die schwarzen von Frascati (bei Rom), ihrer Farbe wegen Melanite genannt, es höchstens bis zur Größe einer Kirsche bringen.

Als Beispiel für Augitlava, aus welcher alle heute ausfließenden Ströme sich zusammensetzen, nehme man den schönen Strom von Torre del Greco zum Muster, der 1794 diese Stadt am Südwestfuß des Vesuv bedeckte und bis ins Meer sich ergoß, wo damals zischend und schäumend „Wasser mit Feuer sich mengte". Diese Lava zeigt eine grauschwarze Grundmasse, in welche eine Unmasse grünlicher, um und um gebildeter Krystalle von Augit eingebettet liegen. Am Meer, wo die Wellen fort und fort an der Zerstörung des Gesteins nagen, liest man daher diese ausgewaschenen Augitsäulchen wie eine Art „Sand" zusammen.

Erstarrt eine dünn- und leichtflüssige Lava sehr rasch an der Luft, so bilden sich, wie wir oben schon angedeutet haben, die sogen.

β) vulkanischen Gläser,

ein natürlicher Glasfluß, der demjenigen aus unsern Glashütten oder unsern Hohofenschlacken zum Verwechseln ähnlich

sieht. Nur zeigt derselbe meist einerlei, nämlich eine tief-dunkle Färbung.

Je rascher die Erkaltung vor sich geht, desto schöner und gleichmäßiger werden die Gläser. Und merkwürdiger Weise zeigt trachytisches Gestein eine weit größere Neigung, zu Glas zusammenzuschmelzen als basaltisches. Der basalt-ähnliche Lava führende Vesuv hat noch nie Gläser erzeugt, wogegen solche in den trachytischen Vulkanen von Lipari und Island massenhaft vorkommen. Gehörig langsam abgekühlt entsteht aber allerdings auch aus diesen Massen kein Glas, sondern eine porzellanartige Steinsubstanz, ein Vorgang, den man auch künstlich nachmachen kann, und den man „Entglasung“ heißt. Die Hauptmasse dieser Gläser ist natürlich entsprechend dem Gestein, aus dem sie sich bilden, immer Feldspat, das vollkommenste aber von allen natürlichen Gläsern bleibt der

Obsidian, schon von Plinius so geheißen, wogegen der viel ältere Theophrast ihn „Liparaios“ d. h. den „liparischen“ nennt. Bis auf den heutigen Tag nämlich liefern die liparischen Inseln die schönsten Sorten, von meist schwarzer, oft auch grünlicher Farbe. Das Dunkle kommt vielleicht von Bitumen, das dann beim Entweichen der Masse ein schaumiges Gefüge giebt, d. h. dieselbe in Bimsstein verwandelt. In der That stehen auf Lipari die Bimssteine mit den dortigen Obsidianen in allerengster Verbindung. Die besten Stücke der letzteren kommen in Blöcken vor, die der Vulkan auswirft, doch bildet er auch ausgezeichnete Ströme, deren Oberfläche dann zu Bimsstein wird. Auf Island bekommt mancher Obsidian porphyrische Struktur und heißt dann Obsidianporphyr; derselbe enthält glasigen Feldspat in die Grundmasse eingebettet wie die echten Trachyte. An anderen Orten, so am Pic von Teneriffa sind in das schwarze Obsidianglas nicht ganz geschmolzene Kügelchen wie Erbsen eingestreut,

sogen. Krystalliten, was für einen langsameren Ausscheidungsprozeß spricht (sphärolitischer Obsidian). Ein etwas anderes Aussehen zeigt der

Pechstein (Trachytpechstein),

eine lichtgrünliche Glasmasse, von sattem Fettglanz, wie Email, die auf Island, Neuseeland, den Euganeen und in Zentralfrankreich (Auvergne) und zwar in Gesellschaft des echten Obsidians sich findet, aber auch in Sachsen (am Gotterstein im Triebitschthal westlich von Meißen) in Verbindung mit den dortigen Basalten vorkommt. In der Mitte endlich zwischen Obsidian und Pechstein steht der

Perlstein (Perlit), der eigentümlich schalige Absonderungen zeigt, die dann in lauter kuglige Stückchen, nicht übel „Perlen" genannt, zerfallen. Von aschgrauer Farbe kann sich auch er an der Oberfläche zu Bimsstein umwandeln, was bei den alten, sächsischen Pechsteinen nicht vorkommt. Sein Hauptvaterland ist Ungarn, wo er bei Schemnitz und Tokay mächtige Gänge im Trachytgebirge bildet und recht eigentlich die Mutterstätte der edlen Opale ist. Dasselbe gilt von dem mexikanischen Perlit, was sich teilweise aus dem hohen Kieselgehalte erklärt, den gerade diese Trachyte im Unterschied von den meisten andern, kieselarmen Trachytsorten führen. Man heißt sie daher auch wohl Quarztrachyt oder Liparit, und kann sich darauf verlassen, daß Kiesel vorhanden ist, wo ein vulkanisches Gestein Gläser erzeugt und

Bimsstein d. h. jene blasig-schaumige Masse, die, wie wir schon des öfteren dargelegt haben, nichts anderes ist als ein durch Gas- und Dampfausströmungen an der Oberfläche schwammig gewordenes Glas. Der Bimsstein kommt daher auch nur im Gebiet von thätigen Vulkanen vor, die Lavaströme aussenden und dieselben rasch erkalten lassen,

sei's als Auswürfling in den Aschen und Tuffen, sei's als oberste Kruste erkalteter Obsidian- oder Perlsteinströme.

Mit dem Bimsstein sind wir zum Schluß der gemengten Massen- oder eigentlichen Feuergesteine gelangt, soweit sie zugleich wesentlich Feldspatgesteine sind. Da aber die letzteren hier fast ausschließlich die Herrschaft führen, so daß wir die wenigen und nicht häufig vorkommenden feldspatfreien Massengesteine, wie den sogen. Greisen (ein granitartiges, körniges Gestein, aus Quarz und etwas Glimmer bestehend, aber ohne Feldspat, in Sachsen, Cornwallis und Böhmen sich findend), den Turmalin- oder Schörlfels hier füglich übergehen können, so machen wir uns nun an die

B. gemengten geschichteten Gesteine,

die man auch unter dem Namen der krystallinischen und der Urthonschiefer (Phyllite) zusammen zu fassen pflegt. Wir können dabei als die drei Hauptgruppen unterscheiden: Gneise, Glimmerschiefer und Urthonschiefer und bei jeder derselben dann wieder besondere Unterabteilungen machen. Mit Fug und Recht gehen wir aus vom

Kapitel III:

Gneis (Taf. I, Fig. 1),

dessen alter sächsischer Bergmannsname jetzt in die wissenschaftlich-geologische Sprache aller Völker übergegangen ist. „Gneis“ oder eigentlich „Geneus“ hieß man in Sachsen die „leere, aber feste Bergart zwischen den Gängen“ (nämlich den Erzgängen). Der Name bezieht sich also wesentlich auf den Silberbergbau und war der einzige, den man damals

dem „Urgebirge“ gab. Von Granit oder Porphyr wußten die Leute noch nichts, nannten vielmehr alles taube (d. h. kein Erz führende) Gestein „Geneus“, vielleicht von „Genüssen“, wie der biedere Minerophilus Freibergensis in seinem Bergwerkslexikon von 1743 gar hübsch sich ausdrückt, „weil es das gute Erz, unter welchem es bricht, vor sich „geneußt“ und verzehret“.

Der Gneis ist ein „geschichteter Granit“, wie Quenstedt kurz und gut ihn bezeichnet, dessen Schichtung lediglich durch den, meist schwarzen Glimmer bedingt wird, der sich in horizontalen Flächen an einander legt und so streifenweise den lichten Quarz und Feldspat scheidet. Chemisch betrachtet sind nämlich beide, Granit und Gneis, eins und dasselbe; der Unterschied besteht lediglich in der Struktur, indem wir es dort mit einem körnigen, hier mit einem geschichteten Gestein zu thun haben. Will man daher den Gneis recht kennen lernen, so muß man stets zwei Handstücke von ihm schlagen, das eine in der Längsrichtung der Glimmerblättchen, das andere im Querbruch, um die durch den Glimmer erzeugte Streifung zu sehen.

Granit und Gneis haben auch sonst manche Beziehungen zu einander, und es war so übel nicht, jedenfalls für die Praxis bequem, wenn man beide unter dem Namen „Urgebirge“ (auch Grund- oder Kerngebirge) zusammenfaßte. In der Oberlausitz z. B. und ebenso auf dem Feldberg im Schwarzwald haben wir ein merkwürdiges Ineinandergreifen von diesen zwei Gesteinen, so daß man in der That in solchen Fällen bald von Granitgneis bald von Gneisgranit redet. Ebenso finden sich an vielen Punkten im Urgebirg (z. B. in Sachsen) bald Granitgänge in den Gneis eingetrieben, bald wieder umgekehrt Gneisstücke in den Granit eingewickelt, so an der sächsisch-schlesischen Eisenbahn zu Langenbrück bei Dresden.

Dieses Vorkommen wirft auch einigermaßen ein Licht

auf die Entstehung von Gneis und Granit, und soviel wenigstens scheint dadurch zweifellos dargethan, daß der Granit als echtes Eruptivgestein die Gneisdecke durchbrach, an den Berührungsstellen sich mit ihr zu einem Mischgestein verband, oft aber auch Stücke von Gneis mit seiner Masse umhüllte. Um so schwieriger aber bleibt die Erklärung darüber, wie sich der Gneis gebildet habe. Lange Zeit hielt man ihn und hält ihn zum Teil noch für die erste und eigentliche Erstarrungskruste des ursprünglich feuerflüssigen Erdballs, durch welche dann, wenn es Spalten gab, der Granit als ältestes Eruptionsgestein ausbrach. Dann wieder glaubte man, der Schichtung wegen beim Gneis durchaus auf Sedimentbildung beharren zu sollen, und meinte, das jetzige krystallinische Aussehen desselben rühre von „Anwärmung" her, der Gneis sei also, etwa wie der carrarische (körnige) Marmor ein metamorphisches (umgewandeltes) Gestein.

Da es aber doch schwer hält, bei solch ungeheuren Massen, wie die Gneise sie zeigen, eine Anwärmung sich vorstellig zu machen, so ist jetzt eine dritte Hypothese fast allgemein angenommen, wornach der Gneis wie alle krystallinischen Schiefer ein echtes und gerechtes Sedimentgestein (Erzeugnis des Wassers) sein, aber von Haus aus sein krystallinisches Gefüge bekommen haben soll, weil die Wasser, in denen er sich absetzte, damals noch heiß waren. Denn wenn auch die ursprüngliche Erstarrungskruste der Erde, als welche der Gneis eben wegen seines Geschichtetseins nicht wohl gelten kann, uns heutzutag, weil in zu großer Tiefe liegend, wahrscheinlich für immer verborgen bleiben, die letzte „Decke" also, auf die wir bei Tiefbohrungen überall hinunterkommen, immer der Gneis (oder Granit) sein wird, so ist doch soviel sicher, daß die Zeit seiner Entstehung der archäischen Periode angehört, und zwar der ersten Hälfte derselben, in welcher Lebewesen wohl kaum schon auftreten konnten, eben wegen der noch zu heißen Temperatur des Wassers.

So wird man jedenfalls den Gneis noch eine „azoische“ („von Leben entblößte“) Formation nennen dürfen, wenn auch nicht geleugnet werden soll, daß in der zweiten Hälfte und gegen den Schluß der archäischen Zeit wirklich Leben auf unserem Planeten auftrat, von dem aber freilich keine Spur auf uns gekommen ist.

Was die Einteilung der vielerlei Spielarten betrifft, die man vom Gneis zu unterscheiden pflegt, so kann man dabei entweder von der Struktur oder den Hauptbestandteilen oder auch bloß der Farbe des betreffenden Gesteins ausgehen. In Hinsicht auf

a) das Gefüge,

das hauptsächlich durch die Lagerung der Glimmerblättchen bedingt wird und die „Schiefrigkeit“ der Masse gar mannigfaltig gestaltet, wären etwa folgende Sorten als die wichtigsten auseinanderzuhalten:

1. gemeiner Gneis, wenn die Glimmerblättchen in schönen, parallelen Schichten gruppiert sind (Taf. I, Fig. 1),
2. flasriger Gneis, wo dieselben wellig gebogen zwischen dem Quarz und Feldspat liegen,
3. schiefriger Gneis, in welchem die Glimmerplättchen in sehr dünnen Schichten aufeinander folgen,
4. porphyrartiger Gneis, wenn einzelne größere Feldspatkrystalle aus der schiefrigen Masse hervorblinken. Sind jene linsenförmig und spielen die Glimmerblättchen wellig um sie her, so heißt man das Gestein Augengneis.

Nimmt man Rücksicht auf die chemische

b) Zusammensetzung,

d. h. auf die Hauptbestandteile, aus denen die Gneismasse sich aufbaut, so unterscheidet man etwa

1. Glimmergneis, der, wenn die Schieferstruktur

sich verliert, in Granit (Granitgneis), wenn der Glimmer stark vorwiegt, in Glimmerschiefer übergeht;

2. Hornblendegneis, wo der Glimmer durch Hornblende verdrängt oder ganz ersetzt wird. Gewinnt letztere das Übergewicht, so entsteht Hornblendeschiefer;

3. Graphitgneis, wo statt des Glimmer Graphit;

4. Chloritgneis, wo Chlorit die Oberhand gewinnt; endlich

5. Protogingneis (Talkgneis, Alpengneis), wenn neben dem dunkelgrünen Glimmer noch hellgrüne Talkschüppchen liegen, wie es hauptsächlich in den Zentralalpen vorkommt.

In manchen Gneisgebieten, namentlich im sächsischen Erzgebirg, unterscheidet man dieses Gestein kurzweg nach

c) der Farbe

und redet dann bald von

1. roten, bald von

2. grauen Gneisen, die aber durch mancherlei Übergänge mit einander verbunden sind.

Der Gneis ist ein geschichtetes Gestein und wechsellagert, sei's mit granitischen Massen oder aber, was das gewöhnliche ist, mit sämtlichen krystallinischen Schiefern. Da er nebst dem Granit, wie gesagt, die Grundlage unserer Erdkruste bildet, so kommt er eigentlich (in der Tiefe) überall vor. An die Oberfläche tritt er in größeren Massen zutag hauptsächlich im Schwarzwald, in den Zentralalpen, im Erzgebirg, den Sudeten, dem bayrischen Wald, in Böhmen, Mähren, Schottland, Skandinavien, Canada, den Vereinigten Staaten und Brasilien.

Von den Alpen sind zur Eiszeit natürlich eine Menge Gneisbrocken auch in das Schotter- und Moränengebiet der-

selben, also um jenes ganze Hochgebirg her eingeführt worden.

Zu den Gneisen im weiteren Sinn des Worts können wir noch ein paar andere

Geschichtete Gesteinsarten

aus der archäischen Zeit rechnen, die mit jenen mehr oder weniger in Beziehung stehen, wenn sie auch in der Wissenschaft andere Namen erhalten haben. Dahin gehört z. B.

1. der Granulit oder Weißstein (Taf. VII, Fig. 2),

wie ihn schon der alte Werner nannte, und wie er auch eben in Sachsen ganz besonders bezeichnend und mächtig auftritt. Am nordwestlichen Abfall des dortigen Erzgebirgs bildet er nämlich eine 6 Meilen lange und $2^1/_2$ Meilen breite Ellipse (sächsisches Granulitgebirge). Sonst tritt er auf deutschem Gebiet hauptsächlich noch bei Aschaffenburg, dazu auf österreichischem in Böhmen (bei Budweis und im Egerthal) und Niederösterreich auf und zeigt, so namentlich in Sachsen, oft die schönsten Faltungen, die man selbst in Handstücken beobachten kann (vgl. uns. Fig. 2 auf Taf. VII).

Er ist ein echtes krystallinisches Schiefergestein, also ja nicht mit dem (körnigen) Granitit oder Granit zu verwechseln, besteht aber nur aus Quarz und Feldspat; Glimmer fehlt, dagegen sind eine Menge hirsekorngroßer rötlicher Granaten eingesprengt. Seine Masse ist sehr feinkörnig, für das bloße Auge oft wie dicht erscheinend, die Farbe ist, eben weil der Glimmer fehlt, hellrötlich oder lichtgelblich, oft nahezu weiß.

Eine Abart des Granulits, die neben etwas Feldspat namentlich grünes, glimmerglänzendes Magneteisenerz nebst Granaten in sich schließt, wird Trappgranit genann und kommt ebenfalls in grün-schwarzen meterdicken Bänken und Platten zwischen den eigentlichen Granuliten ein-

gelagert in Sachsen vor (zwischen Mittweida und Waldheim). Auch den eigentümlichen

Kinzigit könnten wir vielleicht hieher stellen, der bei Alpirsbach und Schenkenzell in einem Seitenthal der Kinzig (daher der Name) in mächtigen Lagern ansteht. Er ist ein feinkörniger Gneis, durch und durch mit kleinen, rötlichen Granaten gespickt. Weiter ist hier beizuziehen die sogenannte

2. Hälleflinta,

ein fleischrotes oder bräunliches Gestein von edlem Ansehen, das hauptsächlich in Schweden zwischen Gneis eingelagert vorkommt. Dorther stammt auch der (schwedische) Name (vielleicht „heller Flint“ oder Feuerstein?), der jedenfalls andeuten soll, daß man es mit einer, wenigstens fürs bloße Auge, völlig dichten Masse zu thun hat. In Wahrheit ist aber das Gestein nur ein (mikroskopisch) feinkörniger Gneis, also zweifellos geschichtet, wie dies auch seine Lagerung zeigt. Endlich rechnen wir hieher die sogenannten

3. Porphyroide oder Felsenporphyre,

ebenfalls eine dicht erscheinende Masse mit flasriger und ausgezeichnet schiefriger Struktur. Neben Quarz, Feldspat und Glimmer kommen meist noch winzige Talkschüppchen (sogenannter Sericit) darin vor, so in der Taunuskette und auf dem Harz, wo das Gestein wie auch sonst (Westphalen, Thüringer Wald, Vereinigte Staaten, besonders Michigan) zwischen silurischen und devonischen Schichten oder auch zwischen krystallinischen Schiefern eingelagert erscheint.

Wir gehen weiter zum zweiten Hauptrepräsentanten der gemengten geschichteten Gesteine, zum

Kapitel IV:

Glimmerschiefer und den mit ihm verbundenen Urthonschiefern (Phylliten).

Beim

a) Glimmerschiefer (Taf. V, Fig. 1)

selbst erhält, was eben sein Name besagt und besagen soll, der Glimmer vollständig das Übergewicht. Besteht doch hier das ganze Gestein nur aus Glimmer und Quarz (ohne Feldspat), die aber freilich beide außerordentlich verschieden verteilt sein können. In der Regel scheint sogar der Glimmer allein die Massen zu bilden, dann aber kommen auch wieder Stücke vor, die umgekehrt eigentlich nur Quarz sind, dem nur wenige Glimmerschüppchen angeflogen zu sein scheinen. In letzterem Fall spricht man dann auch von Quarzfels oder Quarzschiefer.

In den Zentralalpen, wo der Glimmerschiefer durchaus oben ansteht und (namentlich im österreichischen Gebiet; man sehe sich die Schichten von der Brennerbahn aus an) Granit und Gneis ihm gegenüber nur eine untergeordnete Rolle spielen, ist gewöhnlich die Hauptmasse Glimmer, zwischen den aber Schnüre oder Stöcke von schneeweißem Quarz eingelagert sind. Außerdem kommen aber noch eine Menge anderer Mineralien als Beimengungen vor; die wichtigsten und häufigsten darunter sind etwa Talk, Hornblende, Granat, Chlorit und Graphit. Erscheint eines oder das andere dieser letzteren in der Masse besonders hervorstehend, so kann man auch das ganze Gestein darnach benennen. In der That teilt man die Hauptunterarten des Glimmerschiefers am einfachsten nach diesen ihm beigemengten Nebenbestandteilen ein und unterscheidet dann als die wichtigsten etwa folgende:

aa) Hornblende- (oder Amphibol-) Schiefer (Taf. I, Fig. 2),

der selbst wieder verschiedene Abarten zeigt. Der Glimmer tritt mehr und mehr zurück und an seine Stelle setzt sich eben die Hornblende, oft als „edle“ oder „Strahlstein“ in schönen grünen Nadeln, wie z. B. in dieser Weise der Glimmerschiefer auf der Südseite des St. Gotthardt (Straße vom Hospiz nach Airolo) ganz damit durchsetzt ist. Was der Gneis dem Granit, das ist der Hornblendeschiefer dem Syenit und Diorit gegenüber, wie man denn öfters auch von gewissen Abarten derselben als von Syenit- und Diorit-Schiefern zu sprechen pflegt. Stellt sich statt der Hornblende Granat ein und herrscht dieser gar noch vor, so redet man von

bb) Granatschiefer oder Granatfels.

Diesen findet man z. B. mit massenhaft eingesprengten mittel-, d. h. etwa kirschkerngroßen Granaten ebenfalls am Weg vom St. Gotthardt nach Airolo hinunter, mit nur hirsekorngroßen auf dem Ramoljoch im Ötzthalgebiet, wie denn in letzterem am sogenannten „Granatkogel“ auch riesige Granatoëder, um und um krystalisiert, im Glimmerschiefer stecken (von Wallnußumfang und darüber). Ein echter Granatfels ist auch der

Eklogit (griech. „der Auserlesene“), dessen feurigrote Granaten in einer von Hornblende herrlich grün gefärbten Grundmasse stecken, die man deshalb auch Smaragdit heißt. Sie kommen besonders schön im Fichtelgebirg (Hof, Silberbach), im dortigen Gneis eingelagert, und in Steiermark (am Berg Bacher) vor. Beim

cc) Talkschiefer

ist an die Stelle des Glimmers Talk getreten, der dann durch Verwitterung in Asbest und Serpentin übergeht. Hauptvorkommen wieder in den (österreichischen) Zentralalpen. Nahe verwandt damit ist der

dd) Chloritschiefer,

dessen grüne, das Gestein durch und durch spickende Chloritnadeln denjenigen der Hornblende (Strahlstein) sehr ähnlich sehen. In derselben Weise kann man von Turmalin-, von Graphit-, von Eisenglimmer-Schiefer ꝛc. reden, je nachdem das eine oder das andere dieser Mineralien die Oberhand gewinnt. Alle die genannten krystallinischen Schieferarten sind lediglich Unterabteilungen des Glimmerschiefers.

Mit diesem zusammen kommen sie alle außer in den Alpen hauptsächlich noch im böhmisch-bayrischen Wald, im Erzgebirg und den Sudeten, sodann in Skandinavien, Nordamerika und Brasilien vor.

Es liegt in der Natur der Sache, daß insbesondere solche Glimmerschiefergesteine in der Glazialzeit massenhaft von den Alpen herabgeführt und weit ins Flachland hinaus verstreut worden sind. In der That bilden z. B. in Oberschwaben derartige Diorit- und Hornblendeschiefer nebst dem eigentlichen Glimmerschiefer die Hauptmasse nicht nur des aufgehäuften Schottermaterials, sondern auch der größeren erratischen Blöcke.

Was endlich

b) die Thonglimmerschiefer, Urthonschiefer oder Phyllite

betrifft, so treten wir mit diesen auf die Grenze zwischen den azoischen und petrefaktenführenden Formationen d. h. in jenes vielumstrittene Gebiet von Gesteinen, wo man nicht weiß, soll man sie noch zu den krystallinischen Schiefern der archäischen oder schon zu den Thonschiefern und echten Flözgesteinen der päläozoischen Zeit rechnen. Die Natur macht eben auch hier keinen Sprung, sondern vermittelt unmerklich, so zwar, daß für uns die eigentliche Grenzscheide und insbesondere das Gebiet verhüllt bleibt, in welchem erstmals organisches Leben auf unserem Planeten aufgetreten ist.

In jedem Fall zeigen die eigentlichen Phyllite unserem Auge keine Spur mehr davon, scheinen auch, wenigstens in ihren unteren (älteren) Lagen von jeher desselben ermangelt zu haben. Sind doch hier dem Thon noch so viele krystallinische Gemengteile beigesellt, daß man in der That teilweise noch an eigentliche krystallinische Schiefer denken möchte. Andererseits findet sich doch überall schon, wie auch der Name besagt, echter Thon in der Grundmasse, d. h. der schlammige Bodensatz einstiger Meere.

Diese Grundmasse der Phyllite ist überhaupt nichts anderes als das letzte und feinste Zerreibungsprodukt der alten Glimmerschiefer, Gneise, Granite u. dgl. Finden sich ja doch immer Schüppchen von Talk, Plättchen von Glimmer in der Masse des aus dem Feldspat entstandenen Thons eingestreut, so daß man auch sagen könnte, die Phyllite seien nichts anderes als Glimmerschiefer im letzten Stadium seiner Verwandlung. Die meist dunkle, oft schwarze Farbe dieser Schiefer rührt von kohligen Bestandteilen her, die Glimmerschüppchen geben dem Gestein jenen eigentümlich seidenartigen oder halbmetallischen Glanz, den selbst unsere Dachschiefer noch zu haben pflegen.

Als Anhaltspunkte für etwaige Einteilung der verschiedenartigen, hieher gehörigen Schiefergesteine lassen sich auch diesmal gewisse Einschlüsse mitvorkommender Mineralien am bequemsten benützen. Wir unterscheiden als die bekanntesten und wichtigsten dieser Urthonschiefer etwa folgende:

aa) Eigentliche Phyllite.

Eine Hauptrolle unter ihnen spielt der

1. Chiastolitschiefer,

der seinen Namen von dem griechischen Buchstaben „Chi“ (X „Chistein“) hat und davon herrührt, daß in diesem Schiefer

eigentümliche Krystalle eingebacken sind. Durch das Zentrum derselben zieht sich nämlich ein Thonschieferstreif, der den besten Beweis liefert, daß die Stücke an Ort und Stelle entstanden sein müssen. Werden die Krystalle größer, wie namentlich in den Pyrenäen, wo die Säulchen Daumendicke erreichen, so sieht man im Querschnitt des Rechtecks zwei schwarze Linien (ebenfalls Thonstreifen) als Diagonalen durchziehen, die sich in der Mitte kreuzen, so daß bei geschliffenen Stücken allerdings ein deutliches X entsteht. Aberglaube und Spekulation hat sich viel damit zu schaffen gemacht und in Spanien allermeist werden zu Compostella (Provinz Galizien) noch immer eine Masse derartiger Steine verschliffen und unter dem Namen „Hyazinten von Santiago di Compostella“ an die Fremden feilgeboten. Die Stücke stammen aus einem echten Urthonschiefer, wie sie ganz ähnlich als 2 cm dicke und fast 0,3 m lange quadratische Säulen auch in den Pyrenäen vorkommen, wo sie zu Amuletten verschliffen werden. Viel dünner und unscheinbarer sind die deutschen, so insbesondere die berühmten im Thonschiefer von Gefrees (Fichtelgebirg) liegenden Chiastolitnadeln. Auch bei Baden-Baden, im Unterharz, dann in der Bretagne, am Kap der guten Hoffnung u. s. w. kommen diese Dinge vor. Etwas ähnliches ist es mit dem

2. Staurolitschiefer,

der ebenfalls kreuzförmige Krystalle in sich schließt, worauf ja eben der Name hinweisen soll (Staurolit griech. „Kreuzstein“). Die Kreuzform rührt davon her, daß bei diesem Mineral fast immer 2 Krystalle quer durch einander gewachsen sind. „Der Stein gleichet einem Kreuz und wird daher vielfach getragen und „lapis crucifer“ genannt. (Cronstedt, Mineral.) Die Grundmasse ist ein glimmriger Thonschiefer; Stauroliteinschlüsse kommen darin in den Pyrenäen

und in Tennessee (Verein. Staaten) vor. Sehr lokal, aber doch sehr bezeichnend ist ferner der hieher gehörige

3. Ottrelitschiefer,

der von der Stadt Ottrez bei Lüttich seinen Namen hat. Hier liegen harte, sehr glänzende, sechsseitige grünliche Krystallblättchen (wie Glimmer) in einem grauen Thonschiefer eingebettet. Das Gestein kommt hauptsächlich in den Ardennen, in Bayern und Nordamerika (Massachusetts) vor. Weniger deutlich sind die sogenannten

4. Fleck-, Knoten-, Frucht- oder Garbenschiefer.

In einem glimmrigen, feinschuppigen Thonschiefer bilden sich nämlich hier, durch Anhäufung der Glimmerblättchen und von Eisenoxyd gefärbt, eigentümliche, hirsekorngroße Konkretionen, die wie Knötchen (Knotenschiefer) oder wie Getreidekörner (Fruchtschiefer) aussehen. Büschelförmige Aggregate werden mit Garben (Garbenschiefer) verglichen, während unbestimmte Flecken zu dem Namen „Fleckschiefer“ geführt haben. Solche Gesteine kommen in den Pyrenäen, im Erzgebirge, zonenweise in gewöhnliche Phyllite eingelagert, vor.

Die Thonglimmerschiefer überhaupt setzen im Verein mit echten krystallinischen Schiefern die oberen Lager der archäischen Schieferformation zusammen, so im Erzgebirge, Thüringen, Böhmen und Mähren, in den Alpen, Pyrenäen, Skandinavien und den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Etwas anders erscheinen

bb) die Sericitschiefer,

von denen man grüne nnd rote unterscheidet. Sie bilden eine dichte oder äußerst feinkörnige Modifikation des Sericit-

glimmerschiefers, haben einen seidenartigen Schimmer (daher der Name) und kommen im Taunus und Ostharz, in den Salzburger Alpen und am St. Gotthardt vor. Etwas ähnliches ist

cc) der Itakolumit,

ein schiefriges Gestein, dessen Grundmasse aus kleinen Quarzkörnchen besteht, durchspickt mit Schüppchen von Glimmer, Talk, Chlorit und Sericit. Wir führen ihn nur deshalb an, weil er öfters Gold führt (Vereinigte Staaten) und in Brasilien das berühmte Muttergestein der dortigen Diamanten ist.

Die gewöhnlichen Thonglimmerschiefer werden (Thüringen, Harz) vielfach als Dachschiefer benützt oder auch zur Fabrikation von Schiefertafeln und Griffeln bergmännisch abgebaut.

Die älteren Glimmerschiefer dienen besonders in den Alpen zur Herstellung von Platten, als Material zur Umfriedigung der Gärten 2c.

Wir schließen damit die Reihe der gemengten Schichtsteine und gehen zur letzten Abteilung weiter, den sogenannten

III. Trümmergesteinen (klastischen Gesteinen),

die aus der Wiederablagerung und öfters Wiederverkittung von Brocken mechanisch zerkleinerter und zertrümmerter (was das griechische „klastisch“ bedeutet) oder chemisch zersetzter und verwitterter älterer Gesteine entstanden sind.

Wir unterscheiden dabei im einzelnen folgende 4 Hauptgruppen: Lose Haufwerke, verkittete Massen, Thongesteine und (vulkanische) Tuffe.

Die

Kapitel I:

losen Haufwerke

teilen sich wieder von selbst in solche, die durch die Thätigkeit des Wassers, und solche, die durch die Thätigkeit des Feuers entstanden sind. Bei den

a) Produkten mechanischer Zertrümmerung durch das Wasser

handelt es sich, kurz gesagt, um Sand, Kies, Seifen, Grus, Geröll und Geschiebe. Gehen wir nun diese Trümmergesteine im einzelnen durch, so besagen freilich eigentlich die angeführten Namen schon genug. Jedermann, der sie hört, weiß auch sofort, was damit gemeint ist. Unter

1) Sand

versteht man lose, unverbundene Körner, meist von Quarz, aber auch Feldspat, Hornblende, Kalkspat, Dolomit, Glimmerschüppchen u. dgl.

Weitaus die erste Rolle spielt natürlich immer der Quarzsand; ist doch Kiesel eines der härtesten Mineralien, das deshalb, auch in die feinsten Körnchen zerrieben, unverändert sich gleich bleibt. Wenn man daher in der Geologie schlechtweg von Sand redet, so ist immer Quarzsand gemeint. Derselbe kann gröber oder feiner sein, je nachdem seine Körner länger oder kürzer umhergerollt wurden. Denn immer verdankt er sein Dasein entweder bewegtem Wasser, das die Quarzstücke durch fortwährendes Rollen und Reiben zerkleinert, an einander abschleift und schließlich zu oft gewaltigen Massen aufschüttet, oder aber ist er infolge eines Verwitterungsprozesses entstanden, wobei Sand-

steine nach Wegführung ihres Bindemittels wieder in ihr ursprüngliches Material aufgelöst und oft genug von Winden anderswohin fortgeführt wurden und werden. In diesem Fall spricht man von äolischer Bildung (Aeolus war in der griechischen Mythologie der Gott der Winde), wie beim Löß, der in der Regel auch diesen Ursprung hat.

Am häufigsten begegnet man dem (Quarz)-Sand am Meeresufer, wie ja auch das Sprichwort vom „Sand am Meer" in jedermanns Munde ist. In der Regel ist derselbe zu den allerfeinsten Körnchen zerrieben und so gleichmäßig und rein, daß man ihn ohne weiteres als „Streusand" für die Schreibstube benützen könnte. Man denke an die Watten und Dünen der Nordsee, oder gehe am Lido von Venedig spazieren: meterhohe Wälle solchen Sandes liegen da ausgebreitet, aus denen man die vom Meer ausgeworfenen Muschel- und Schneckenschalen herausklaubt.

Selbstverständlich haben auch die alten Meere der früheren Erdperioden uns solche Sand- und Strandbildungen hinterlassen. Dahin gehört z. B. der bald sehr feine, oft aber auch recht grobe Sand der oberschwäbischen Molasse (aus dem Tertiärmeer der mittleren Miocänzeit). Den feinen heißen die Leute Pfosand (von „Fuchs", weil der gern seine Höhlen darin eingräbt, wie auch die Uferschwalbe, deren Nistlöcher oft zu Dutzenden in solchen Sandgruben an der steilen Böschung zu sehen sind), den groben nicht übel „Graupensand"; denn in der That: die erbsen- bis kirschkerngroßen Körner des weißen durchsichtigen Quarzkrystalls gleichen auffallend unsern Hagelgraupeln.

Ein späteres, nämlich wahrscheinlich das diluviale Meer, das einst die norddeutsche Tiefebene bedeckte, hat seine Spuren ebenfalls in großen Sandmassen uns aufbehalten: man denke an die Mark Brandenburg und die Umgebung von Berlin, die seit alters als „Streusandbüchse des heiligen römischen Reiches" betitelt wurde.

Auf dem andern Wege, nämlich durch Verwitterung der (Quarz-) Sandsteine an ihrer Oberfläche, entstand und entsteht fortwährend der Sand, mit dem die großen Wüsten der Erde bedeckt sind (Sahara, Arabien, Wüste Gobi zc.). Dort wird dann das feine Material auch beständig von den Winden wieder weiter getragen und an oft sehr entfernten Orten abgelagert.

Dasselbe ist der Fall z. B. beim sogen. „Stubensand", wie er nicht übel in Schwaben genannt wird. Der weiche Sandstein des oberen Keupers verwittert nämlich hier oft verhältnismäßig rasch und zerfällt dann eben in diesen „Stubensand", dessen milchweiße, hirsekorngroße Quarzkörner ihn sofort erkennen lassen.

Wiederum auf diese Weise entsteht der Dolomitsand; denn das ursprüngliche Dolomitgestein, wie es z. B. im oberen Weißen Jura viel vorkommt, ist ebenfalls sehr weich, verliert also an der Oberfläche durch Einwirkung der Atmosphärilien sein Bindemittel und zerfällt in Sand, den die Leute dann aus Löchern und Gruben sich holen.

Von Augitsand haben wir früher schon gesprochen; es handelt sich dabei lediglich um kleine Augitkrystalle, die z. B. das Meer bei Neapel aus einem Lavastrom auswascht, und dann als grünlich-schwarzen „Sand" wieder am Ufer aufhäuft. In derselben Weise redet man anderswo von Hornblende-, Feldspat- oder Kalkspat„sand", obgleich hier eigentlich das Wort schon nicht mehr im echten Sinne gebraucht ist.

Auch Flüsse und Ströme häufen Sandmassen an (denke z. B. an den Mainsand bei Würzburg) und setzen solche ab, namentlich gern an ihrer Mündung. So bildet der „Magneteisensand" am Ausfluß des St. Lorenzstromes mächtige, abbauwürdige Schichten, die in der That für Eisenindustrie verwertet werden.

Zuweilen sind die Sande auch wieder durch kleine Bei-

mengungen von Thon oder thonigem Kalk wieder lose zusammengebacken, was dann nach und nach zu förmlicher Sandsteinbildung führen kann, ein Prozeß, den man öfters am Meeresufer noch fortwährend vor sich gehen sieht. In den Sandmassen sind meist auch allerlei Konkretionen, Zapfen, Knauer, Knollen und dergleichen eingebacken; dieselben haben sich durch Zusammenziehung eines Haufens von Sandkörnern unter Mitwirken von einem thonigen Bindemittel gebildet.

Nehmen die Sandkörner die Größe von Erbsen an, so heißt man das Material

2. Kies;

nur in uneigentlichem Sinn und entschieden falsch wird daher dieser Name von unserem Volk auf die Schotterablagerungen unserer Flüsse übertragen, wenn man da so häufig von „Kiesgruben", „Kiesbänken" ꝛc. reden hört. Hier hat man es, richtiger ausgedrückt, mit (kleinerem) „Geröll" zu thun, d. h. mit Steinbrocken, die das Wasser beim Transport „gerollt" und gerundet hat. Von

3. Grus

redet man, wenn erbsen- bis haselnußgroße, seis gerundete, seis eckige Teile von festem Gestein zusammengehäuft sind (Granitgrus, Quarzgrus u. dgl.). So ist z. B. der Abfall von Splittern, der sich in einem Steinbruch beim Behauen oder Quetschen von Bausteinen ergiebt und oft in großer Menge anhäuft, ebenfalls als „Grus" zu bezeichnen.

4. Seifen

dagegen sind Sand- oder Kiesablagerungen, in welchen zugleich gerollte und ausgeschwemmte Körner von (Edel-) Metallen, Erzen oder auch Edelsteinen sich finden (Goldseifen in

Kalifornien, Zinnseifen in Cornwall, Platinseifen im Ural, Diamantseifen in Brasilien und Afrika, Korundseifen in Ostindien und Ceylon 2c.). Als

5. Gerölle (Schotter)

bezeichnet man, was eben der Name besagen will, „gerolltes", weil vom Wasser fortgeführtes und auf dem Transport abgeschliffenes Gesteinsmaterial aus allen Formationen. „Schotter" ist wohl ein technischer Ausdruck und stammt davon her, daß vielfach die Straßen damit „beschottert", d. h. überschüttet werden. Endlich nennen wir noch die

6. Geschiebe und erratischen Blöcke.

Beides sind Gesteinsbrocken, die von fernher an ihren gegenwärtigen Lagerplatz, aber nicht durch Wasser, sondern durch Eis (auf dem Rücken von Gletschern) „geschoben" wurden. Sie sind daher auch nicht eigentlich gerundet, zeigen vielmehr oft noch Kanten und Ecken. Der Unterschied besteht lediglich in der Größe. Solche von Kopfgröße und darüber heißt man Geschiebe; werden sie aber hausgroß und zentnerschwer, dann redet man von erratischen (d. h. „Irr-") Blöcken oder „Findlingen".

Backen solche losen Haufwerke von Sand und Steinbrocken durch irgend ein Zementmittel wieder zusammen, so entstehen Sandsteine und Konglomerate.

Die Ablagerungen dieses gesamten Materials gehören vorzugsweise den jüngsten Formationen, namentlich dem Alluvium und Diluvium, aber auch noch dem Tertiär an.

Dieselben Gebilde d. h. lose Haufwerke von Sand, Gesteinsbrocken 2c. können aber auch auf feurigem Wege entstehen. Es sind dies die sogenannten

b) vulkanischen Auswürflinge (vulkanischer Schutt),

wie sie bei allen thätigen Vulkanen infolge von Ausbrüchen zu Tage gefördert und je nach Form, Größe, Zusammensetzung 2c. wieder als Asche, Sand, Lapilli, Bomben, Fladen, Blöcke, Bimssteintuffe u. dgl. unterschieden werden.

Um dies zu verstehen, muß man sich die Eruption eines solchen Feuerbergs in ihren verschiedenen Stadien (Stufen) klar machen. Man kann deren im allgemeinen 4 unterscheiden, muß aber stets davon ausgehen, daß Ausbrüche dieser Art überhaupt nur bei sogenannten geschichteten oder Stratovulkanen vorkommen, und auch hier nur infolge von Wasserhinzutritt zu dem glühenden Inhalt im Innern des Berges. Dieser hat eine Weile (vielleicht Jahrzehnte oder Jahrhunderte hindurch, wie beim Vesuv vor dem Ausbruch des Jahrs 79, und wieder vor dem Jahr 1631 nach Chr.) geruht gehabt, d. h. nur schwachen Rauch oder auch nicht einmal das ausgestoßen. Der Kanal ist auf diese Weise verstopft worden, der die Verbindung zwischen dem Glutfluß im Bauch des Berges und der Außenwelt darstellt; er muß also mit Gewalt wieder gesprengt werden. Dies geschieht dadurch, daß Wasser, seis nun vom benachbarten Meer, seis von den umliegenden Quellen, Bächen und Seen eindringt, manchmal, wie es scheint, geradezu „eingeschlürft wird". Die Brunnen z. B. fangen an, in weitem Umkreis zu versiegen. Sobald nun solches Wasser mit dem Feuer der Lava in Berührung kommt, verwandelt es sich in Dampf, und der allein ist es, der die nun folgenden Eruptionserscheinungen hervorruft. Es entsteht unterirdisches Rollen und Brüllen, der Berg wird erschüttert, die Erde fängt an zu beben. Das ist das erste Stadium eines Ausbruchs.

Die Kraft des Dampfes steigt nun mit der Vermehrung desselben von Stunde zu Stunde; auf einmal wird der ganze

bisher fest gewesene Boden im Innern des Kraters ruckweise emporgehoben, ihm folgt eine ungeheure Aschen- und Rauchsäule, die bis zur vierfachen Höhe des Berges — meist senkrecht — emporsteigen kann. Der aufmerksame Beobachter sieht aber bald, schon an der weißen Farbe der Wolkenballen, daß es nicht sowohl Rauch, sondern fast ausschließlich Dampf ist, der diese Säule bildet, die sich oben pinienartig ausbreitet. Dieser Wasserdampf verdichtet sich in den höheren Luftschichten zu Wasser, das in Wolkenbrüchen vom Himmel stürzt und sich so mit der ebenfalls massenhaft herabfallenden Asche zu einem Brei verbindet, der ganze Städte bedecken kann (Herkulanum und Pompeji, 79 nach Chr.). Zugleich erzeugt sich Reibungselektrizität, und Blitze durchzucken die von der mitausgeworfenen Asche dunkel gewordene Wolkensäule (sogenannte vulkanische Gewitter). Die im Krater sich ansammelnde Lava wirft ihren Feuerschein nach oben, so daß infolge davon die ganze Dampfsäule glühend erscheint, zumal nächtlicher Weile, und zwar so stark, daß man z. B. bei einem Vesuvausbruch viele Meilen im Umkreis des Berges die kleinste Schrift lesen kann. Dies ist das zweite Stadium der Eruption (vgl. auch Fig. 33).

Nun bricht an irgend einem Punkt, meist am Fuß des Kraterbergs, die glühende Lava durch und ein Glutstrom wälzt sich aus dieser Öffnung (der „Boca" d. h. Schlund) hervor. Je nach Umständen kann derselbe meilenweit fließen und große Gebiete verwüsten, wie man denn in Island Lavaströmen von 12—14 Meilen Länge begegnet.

Damit hat das dritte Stadium begonnen, zugleich dasjenige, das eigentlich allein den ganzen Vorgang hervorrief. Denn alles, was wir bisher beschrieben, waren nur sekundäre Erscheinungen, erzeugt durch den zufälligen Hinzutritt des Wassers zum Feuer. Noch aber gehen auch diese letzteren gleichzeitig weiter, Asche und Steine werden fortwährend aus dem Krater ausgeworfen. Ja, die eigentlichen

Aschenregen pflegen sogar meist erst gegen Schluß der ganzen Eruption einzutreten, wenn der Berg bereits „ausgefiebert" hat.



Fig. 33. Der Vesuv in heftiger Thätigkeit.

Sie leiten das vierte und letzte Stadium ein, das in Aushauchung von verschiedenen Gasen (Schwefel- und Chlordämpfen, Kohlensäure ꝛc.) besteht und oft noch Jahre und Jahrhunderte lang fortgeht, nachdem scheinbar jede vulkanische Thätigkeit erloschen ist (die sogenannten „Mofetten“ in der Nähe von Neapel; die Kohlensäure- und Schwefelquellen in den phlegräischen Feldern, in der Eifel ꝛc.).

In welcher Masse diese „vulkanische Asche“ ausgewaschen und bis zu welcher Höhe die feinsten Teile derselben mitunter emporgeschleudert werden, dafür bieten unsere thätigen Vulkane großartige Beispiele. So wurde bei einem Vesuvausbruch einmal die Gegend um Neapel meilenweit 6 m tief mit solcher Asche bedeckt; diejenige des Ätna flog einst bis Konstantinopel und solche von den Feuerbergen Islands bis Schweden und Norwegen, wo sie dann niederfiel. Ja, bei dem Ausbruch des Krakatau (im indischen Archipel) wurde solche Asche in einer Höhe von mehr als 10000 m um den ganzen Erdball geführt, was zweifelsohne die damals auch bei uns zu beobachtenden merkwürdigen Abendröten hervorrief (Herbst 1883).

Die allerfeinste Asche freilich wird wohl immer gleich beim ersten Aufbrechen des Kraters, aber allerdings noch mit größeren und kleineren „Bomben“ vermengt, ausgestoßen. Denn die Gewalt dieser Explosion, welche erst den Kraterboden sprengen muß, ist so ungeheuer, daß auch die härtesten Steine zu Staubatomen zerrissen werden. Verbindet sich dann diese wieder herabgefallene Asche infolge der oben beschriebenen Regengüsse zu einem Brei, so entsteht das, was man „vulkanische Tuffe“ zu heißen pflegt.

All die bisher geschilderten Erscheinungen kommen übrigens, wie gesagt, nur bei den sogen. Stratovulkanen vor, zu denen freilich fast alle jetzt thätigen gehören, während bei den sogenannten massigen oder homogenen Vulkanen bloß Lava, und zwar meist eine viel dickere und zähere Lava, als wir sie bei unsern Feuerbergen beobachten, aus dem

Erdinnern emporgetrieben wird. Wasser und dessen Mitwirkung, nämlich die Bildung von Dampf, pflegt hier gänzlich zu fehlen, und nur bei dem ersten Ausbruch, der aber auch meist wohl der einzige bleibt, werden die durchstoßenen Gesteine der Erdrinde als Asche herausgeschleudert. Schichten solcher Aschen, wie alle Stratovulkane sie zeigen, und aus welchen eben die „Kegel"- und „Krater"berge derselben sich aufbauen, können hier gar nicht gebildet werden; es ist schon die Zeit dazu nicht vorhanden.

Der zähe Lavabrei bringt es hier auch nur selten zum Ausfluß über den Kraterrand, sondern bleibt im Kanal oder der Spalte, durch die er empordrang, stecken. Hier erstarrt er zu einer dicken Masse oder wölbt sich domartig auf, stets von einem „Tuffmantel" umhüllt, der dann als das weichere Material mit der Zeit abgetragen wird, während die feste Lavamasse als Klotz und Felsstotzen stehen bleibt. So sind unsere Basalt- und Phonolitberge in der Tertiärzeit, und so wahrscheinlich auch die meisten derjenigen Feuergesteine entstanden, die aus noch älteren Zeiten stammen (Melaphyr, Grünstein rc.).

Ja, die allerältesten dieser Gesteine, wie Granit und Porphyr, scheinen zur Zeit ihres Ausbruchs gar nicht bis ans Tageslicht gekommen oder aber unter Wasser emporgedrungen zu sein, wo sie dann als Decken auf dem Boden der betreffenden Meere sich ausbreiten konnten. Hier fehlt es daher auch fast durchweg an den eigentlichen Eruptionsprodukten unserer heutigen Vulkane: wir treffen weder vulkanische Asche noch „Tuff"ablagerungen.

Sehen wir uns nun die losen Auswürflinge der geschichteten Vulkane im einzelnen näher an, so unterscheidet man, wie gesagt,

1. vulkanische Asche und Sand

d. h. entweder feinste Staubteilchen oder hirsekorn- bis erbsengroße Steinchen, Lavabröckchen u. dgl.,

die eben von der Zersprengung größerer Stücke herrühren und der Explosivkraft des Dampfes ihren Ursprung verdanken. Wiederum lediglich durch die Größe davon getrennt sind diejenigen Stücke, die man

2. Lapilli und Bomben

zu nennen pflegt. Erstere (von lapis lat. „der Stein“, also „Steinchen“, im neapolitanischen Dialekt in „Rapilli“ verketzert) sind hasel- bis walnuß-, letztere aber faust- bis kopfgroße Schlackenbrocken von meist blasiger und poröser Beschaffenheit und dunkler Farbe (vgl. z. B. uns. Fig. 2 auf Taf. VIII). Werden sie, wie gewöhnlich, noch glutflüssig in die Höhe geschleudert, so nehmen sie durch Rotierung und Erstarrung beim Herabfallen in der Luft rundliche oder keulenförmige Gestalt an, denen man eben das „Gedrehte“ noch recht gut ansieht. Man nennt diese Gebilde „Fladen“, und schon oben haben wir von solchen auf diese Weise entstandenen „Trachytfladen“ aus der Tertiärzeit geredet (s. uns. Fig. 1 auf Taf. VII). Auch im Basalt kommen, wiewohl selten genug, solche Auswürflinge und Schlacken vor. Besonders berühmt dafür ist der Kammerbühl bei Eger (Böhmen) geworden, wo der Basalt den Glimmerschiefer durchbrach und bei seiner Eruption echte Bomben und Lapilli ausschleuderte, die man jetzt noch in Menge dort auflesen kann. Schon Goethe hat das richtig erkannt und den Berg als einen alten Vulkan beschrieben und abgebildet.

Wieder nur durch die Größe davon verschieden sind

3. die vulkanischen Blöcke,

die oft mehrere Meter im Durchmesser halten und zentnerschwer werden können. Es sind entweder riesige Lavabrocken, die im Innern aus dichter Steinmasse bestehen, während der Rand einer blasigen Schlacke gleicht, oder aber fremde Gesteinsstücke, die beim Durchbruch aus den

umliegenden (Sediment-) Schichten weg und mit emporgerissen wurden. Solche fremdartige Blöcke — man könnte sie in gewissem Sinn auch „erratische" heißen — finden sich z. B. in der sogenannten Somma, d. h. in dem alten (aus vorhistorischer Zeit herstammenden) Krater des Vesuv in großer Anzahl. Endlich nennen wir

4. Bimssteinsand und Bimssteingeröll,

d. h. Bruchstücke aus der an der Oberfläche zu einer schaumigen Masse erstarrten Lava, die ebenfalls aus dem Krater in die Höhe geschleudert und dann oft erst in weiter Entfernung davon wieder abgesetzt wurden. Sie backen vielfach auch unter Einwirkung des Wassers zu „vulkanischen Tuffmassen" zusammen. Solches Geröll wurde auch aus längst erloschenen Feuerbergen, z. B. aus denen der Eifel (Lacher See) meilenweit (bis Nassau und in die Gegend von Marburg) von Flüssen fortgeführt. Wir sind damit bereits zu einer andern Art von Trümmergesteinen geleitet worden, nämlich eben zu den sogenannten

Kapitel II:

vulkanischen Tuffen.

Dieselben sind entweder erhärtete, zersetzte vulkanische Schlammmassen, aus jenen Schlammströmen unmittelbar hervorgegangen, die so manchmal bei Ausbrüchen unserer Vulkane, wie wir oben hörten, infolge von Regengüssen sofort den Berg herabfließen (z. B. das Bedeckungsmaterial von Herkulanum und Pompeji), oder aber vulkanische Zusammenschwemmungsgebilde, d. h. Trümmergesteine, die als lose Asche, Lapilli, Bomben 2c. aus dem Krater geschleudert und später unter Mitwirkung von Wasser zersetzt, zusammengeschwemmt, weiter transportiert und zu

einer Art Brei aufgeschichtet wurden. Wir gehen dabei am besten von den jetzt noch zu beobachtenden Vorkommnissen aus und tragen dann unsere Schlüsse von diesen auf die ähnlichen Bildungen früherer Erdperioden über.

Theoretisch kann natürlich und muß eigentlich bei jedem Feuergestein, das überhaupt bis an die Oberfläche empordrang, von einem ihm zugehörigen derartigen Tuff geredet werden; und so spricht man in der That auch nicht bloß von Basalt- und Phonolit-, sondern ebenso von Grünstein- und Porphyrtuff. Ja, man sollte ebenso gut auch einen „Granittuff" haben; nur ist ein solcher bis jetzt noch nirgends eigentlich beobachtet worden und dürfte auch, nach dem oben Gesagten, niemals in der Natur aufgetreten sein.

Fassen wir einmal die jüngeren, d. h. die

a) vulkanischen Feuergesteine

ins Auge und gehen dabei von den allerjüngsten, d. h. den noch thätigen Feuerbergen aus, so begegnet uns, namentlich im Gebiet des Vesuv, in erster Linie der sogenannte

1) Bimsstein- oder Pausiliptuff.

Der letztere Name rührt von dem berühmten Bergrücken her, der den Golf von Neapel von demjenigen von Puzzuoli (dem alten Puteoli) scheidet. Er wurde schon zur Römerzeit durch einen mächtigen, heute noch in Benützung stehenden Tunnel durchbrochen, der den beiden genannten Städten eine ebene Verbindungsstraße gewährt. Dieser ganze Rücken, aus dessen Material „sich viele Vesuve aufbauen ließen", besteht aus einer spröden und leichten Aschenmasse von strohgelber Farbe, dem berühmten „pulvis Pecteolanus", der durch Berührung mit Wasser „zu Stein wird".

Das gab schon den alten Römern den vielgenannten Wassermörtel oder Zement, der heutzutag z. B. im Brohlthal

aus fast ganz der gleichen Masse hergestellt wird (dem dortigen „Traß“). Schon am Pausilip steckt jene Asche voll von Bimssteinbrocken. Wo dieselben dann noch weiter überhandnehmen, wie in der Campagna, die von Capua bis Sorrent damit bedeckt ist, da haben wir den echten Bimssteintuff, der ganz ebenso auch in längst erloschenen vulkanischen Gebieten vorkommt.

Am ähnlichsten vielleicht in dieser Hinsicht ist, wie gesagt, der sogenannte „Traß“ des Brohlthals bei Andernach a. Rh., der heute noch, wie schon von den Römern, zu hydraulischem Kalk (Zement) verarbeitet wird. Es ist ein echter Bimssteintuff, der den ganzen Lacher See umgiebt und vielleicht aus dem alten Krater von Kruft (zwischen dem Dorf Kruft und dem Lacher See, dem sogenannten „Krufter Ofen“) hervorgeblasen wurde; denn dort liegen diese Schichten in einer Mächtigkeit von nahezu 30 m. Auch in Ungarn zeigen die lichtgrauen Bimssteintuffe eine außerordentliche Verbreitung.

So sind wir auch hier wieder unmerklich von den thätigen zu den bereits erloschenen Vulkanen und ihren Erzeugnissen übergeführt worden, wenn auch diejenigen, welche den Bimssteintuff geliefert haben, einer sehr späten Zeit, nämlich dem Diluvium angehören. Entschieden älter ist jedenfalls

2. der Trachyttuff;

denn er enthält keinen Bimsstein mehr, während im übrigen die Grundmasse dem vorigen außerordentlich gleicht. Mantelartig die Trachytlaven umhüllend ist er jedenfalls seiner Zeit auch als Asche ausgeschleudert worden. Hat er doch z. B. im Ries ganze Stücke von Granit und Gneis eingewickelt, die er aus der Tiefe mit heraufbrachte. An gewissen Stellen der dortigen Gegend nimmt er dann ein eigentümlich rauhes und schlackiges Aussehen an; es ist der

dort so genannte „Backofenstein“, aus dem z. B. die Kirche von Nördlingen erbaut ward. Ganz besonders mächtig tritt dieses Gestein im Siebengebirge auf, wo vielfach die großen Sanidinkrystalle davon umhüllt sind. Auch Ungarn, wo die edlen Opale darin brechen, die Euganeen südlich Padua, sowie Zentralfrankreich liefern eine Masse Trachyttuffe.

Enthalten derartige Tuffe anderweitige Mineralien in überwiegender Anzahl, so werden sie gewöhnlich nach diesen benannt. So heißt man im Albaner Gebirg bei Rom derartig geschichtete Massen Peperin („Pfefferstein“); dieselben schließen neben Augit, Leucit, Glimmer 2c. vielfach auch noch eckige Bruchstücke von weißem, körnigem Kalk ein. Von Leucittuff redet man, wenn die erdige Grundmasse zersetzte, schneeweiße Leucitkrystalle in größerer Menge führt, wie z. B. in der Umgebung des Lacher Sees.

Alaunstein ist ein weißer oder gelblicher Trachyttuff, der überall von feinen Körnern von Alumit durchschwärmt und daher ein technisch wichtiges und vielbegehrtes Material wird. Er findet sich bei Tokay (Ungarn), in der Auvergne (Zentralfrankreich) und in Mittelitalien, wo (bei Tolfa) ein starker Bergbau darauf betrieben wird.

Wieder in etwas ältere Zeit zurück versetzen uns die Tuffe der eigentlich tertiären Vulkane, welche den Basalt und Phonolit mantelartig umhüllen. Es wäre also in erster Linie

3. der Basalttuff

zu nennen, der z. B. in der Mitte der schwäbischen Alb im engsten Zusammenhang mit den dortigen Basalten an zahlreichen Punkten und in großer Menge zu Tag tritt. Er schließt neben Brocken von zersetztem Basalt und Olivin meist auch allerlei Auswürflinge oder Gesteinsstücke in sich, die von den

das „Maar" umschließenden Wänden in jenes hineinfielen, hauptsächlich aus dem Weißen Jura, von welchem oft zentnerschwere Blöcke darin liegen. Manchmal bildet er sich zu einem förmlichen Basalttuffkonglomerat um.

Neuerdings hat man den Versuch gemacht, dieses Gestein als Düngungsmittel für den Ackerbau zu verwerten, natürlich nur in fein gepulverter Form („Steinmehl"). Ob es praktische Bedeutung bekommt, muß die Zukunft lehren.

Daß in solchen Tuffen unter Umständen auch organische Reste (Schneckenschalen, Pflanzenblätter 2c.) eingebacken sein können, liegt in der Natur der Sache und kommt z. B. in den schwäbischen Basalttuffen gar nicht selten vor.

Im übrigen findet sich dieses Gestein natürlich überall, wo überhaupt Basalt zu Tag tritt, so namentlich in Böhmen, am Vogelsberg, bei Kassel und an andern Orten. Sehr nahe verwandt damit ist der

Palagonittuff, welcher eckige Körner und Brocken des äußerlich an Kolophonium erinnernden, honiggelben oder braunen Palagonits in sich schließt. Es ist ohne Zweifel ein Umwandlungsprodukt des Basalttuffs, dadurch entstanden, daß letzterer längere Zeit hindurch vom Meere bedeckt wurde. Deshalb vielleicht findet er sich auch meist in der Nähe der Küsten (auf Island, Sizilien, den kanarischen und den Galapagos-Inseln, doch auch hin und wieder in der Eifel). In dieselbe Gruppe gehört sodann

4. der Phonolit- oder Klingsteintuff,

der z. B. die Berge des Hegau, soweit wir es dort mit Phonolitmassen zu thun haben, mantelartig umlagert. Auch dieses Gestein umschließt vielfach organische Reste (Schneckenschalen), aus denen man auf das Alter dieser Eruptionen einen ziemlich sicheren Schluß ziehen kann. So stehen die Phonolit-

tuffe am Fuß des Hohenkrähen, welche Steinkerne von Helix sylvana Kl. einschließen, höchstwahrscheinlich zugleich mit den Blätter und Insekten führenden berühmten „Öninger Schiefern“ (bei Stein a. Rh.), einem alten Sumpfkalk, in Beziehung und weisen damit auf jungtertiäre Zeit (Obermiocän). Gegen das Ende des Tertiärs also scheinen jene Eruptionen stattgefunden zu haben, denen wir die schönen Bergkegel des Hegau verdanken, deren erstarrte Laven jetzt zum Himmel ragen, nachdem im Lauf der Zeit der weiche Tuffmantel durch Erosion weggeschwemmt worden ist. Auch bei Teplitz (Böhmen) findet sich Phonolittuff und geht dort öfters durch Hinzutreten von gerundeten Phonolitbrocken in ein förmliches Konglomerat über.

Indes auch die älteren, d. h. die sogenannten

b) plutonischen Massengesteine

zeigen noch solche Tuffe, wenn dieselben auch nicht mehr so deutlich sind, wie bei den vulkanischen, und immer mehr sich verwischen, in je frühere Zeiten wir zurückgehen. In großartiger Weise z. B. erscheint noch

1. der Augitporphyrtuff,

der im Dolomitgebiet von Südtirol (Peredazzo) mächtige Lager bildet, im engsten Anschluß an die Kerngesteine (Melaphyr, Turmalingranit, Augitporphyr 2c.), die während der Triaszeit dort als feurige Massen empordrangen. Noch am Ende des Grödner Thals bei seiner Ausmündung in den Eisack (oberhalb Bozen) liegen in den Tuffen der sogenannten „schwarzen Porphyre“ Blöcke der härtesten Gesteine von Mannshöhe und alle abgerollt, oft rund wie ein Ei, so daß auch hier der Übergang zu einem Konglomerat vor Augen tritt. In etwas ältere Zeiten zurück versetzt uns

2. der Grünsteintuff,

der mit der Grauwackenformation (Nassau, Harz, Fichtelgebirge) verbunden, also jungpaläozoischen Alters ist. Er tritt freilich in sehr mannigfaltiger Weise auf, so daß auch seine Entstehung nicht immer dieselbe gewesen sein kann. Das eine Mal umschließt er Kalksteinbrocken aus dem Devon, ganz wie der Basalttuff Stücke von Weißjura; dann wieder wechsellagert er mit Thonschiefern, als wäre er auf dem Grund eines Meeres aufgelagert. Gerade solche regelmäßig mit geschichteten Gesteinen wechselnden Massen haben dann große Neigung, sich schalig abzusondern, wodurch der sogenannte Schalstein entsteht, der insbesondere in den Lahngegenden große Flächen bedeckt und dort auch abbauwürdige Erze führt (Kupfer, Blei, Silber 2c.). Je nach seinem Aussehen unterscheidet man dabei wieder allerlei Spielarten: Kugelgrünstein heißt man die Stücke, bei denen sich die konzentrische Schalung um einen Mittelpunkt herum legt und so Veranlassung zu runden Knollen giebt. Von Blatterstein redet man, wenn schneeweißer Kalkspat in den Löchern steckt, die manchmal die Masse durchsetzen und ihr dann ein mandelsteinartiges Aussehen verschaffen.

Wittert der Kalkspat heraus, so entsteht ein blasigschlackiges Gestein; sind runde Brocken eingebacken, so redet man von Schalsteinkonglomerat. An andern Orten treten aber diese Massen nicht sowohl in thonigen Schichten und Decken auf, sondern bilden Kuppen, als ob unmittelbar an Ort und Stelle hier einst die Laven ausgebrochen wären (Kuppengrünstein).

Die Grünsteine schließen sich aufs engste den Diabasen an, daher könnte man ihre beiderseitigen Tuffe auch kurweg Diabastuffe heißen.

In noch ältere Zeiten sollte uns eigentlich

3. der Porphyrtuff

versetzen, da bekanntlich der Porphyr z. B. im Schwarzwald stets mit Granit zusammen vorkommt, wenn er auch diesen oft genug durchbricht. Und in der That, auch dort finden sich tuffartige Trümmermassen, die oft schöne Achatkugeln einschließen (so am Hauskopf bei Oppenau).

Doch scheinen die meisten derjenigen Porphyrtuffe, die man mit diesem Namen bezeichnet, erst der Steinkohlen- und Dyaszeit anzugehören, sie wären dann also entschieden jünger als die vorhin besprochenen Grünsteintuffe. Hieher sind insbesondere diejenigen Gesteine zu rechnen, die bei Chemnitz und Dresden, dann wieder in Böhmen (Rednitz) und am Kyffhäuser auftreten. Hier schließen sie vielfach auch die berühmten Staarsteine (verkieselte Hölzer) ein, die dem Rotliegenden angehören. Sie treten in allerhand und oft in den buntesten Farben auf (rot, grün, gelb, grau), erscheinen aber auch öfters lagerhaftet und geschichtet, in welchem Fall man die Masse als Thonstein bezeichnet, z. B. am Nordwestrand des sächsischen Granulitgebirges.

Von Granittuff dagegen kann man eigentlich nicht mehr reden; denn Granitasche kennt man nicht und sicher hat man sich auch die Ausbrüche dieses ältesten Feuergesteins ganz anders zu denken als diejenigen unserer heutigen Vulkane. Und wenn die an der Oberfläche von Granitbergen verwitternden Steine zu Grus zerfallen und unten vielleicht, durch ein Bindemittel wieder zusammengekittet, eine Art Sandstein geben, so zeigt schon diese Entstehung, daß von „Tuffen“ im eigentlichen Sinn des Worts hier überall nicht geredet werden darf, wenn auch das Aussehen solchen regenerierten Gesteins, wie wir es z. B. im Totliegenden des Schwarzwalds und in Zentralfrankreich viel treffen, oft sehr tuffartig anmutet. Derartige Massen, welche man in Frankreich teilweise zur „Arkose“ rechnet, (wovon gleich unten mehr), gehören vielmehr schon zur nächsten Gruppe der Trümmergesteine, die wir als

Kapitel III:

Sandsteine, Konglomerate und Breccien

zusammenfassen wollen, und bei deren Bildung wieder fast ausschließlich das Wasser als Faktor in Betracht kommt. Dies gilt zunächst jedenfalls vom

a) Sandstein,

der ja nichts anderes ist als ein Haufen von (Quarz-) Sandkörnern, die später durch irgendwelches (thoniges, kalkiges, bituminöses 2c.) Bindemittel wieder zu einer festen Masse verkittet wurden. Der Sand selbst aber ist, wie wir schon öfters gehört haben, lediglich das Endprodukt von seis mechanischer Zertrümmerung und Abwaschung, seis chemischer Zersetzung und Auslaugung, also nur auf wässerigem Wege entstanden, und nicht minder verdankt man auch seine nachherige Wiederverkittung dem Wasser, wie denn die meisten Sandsteingebirge dadurch sich als Wasserablagerungen (Sedimente) erweisen, daß ihre Schichten sich in bestimmte Bänke, Lager 2c. absondern oder durch natürliche Klüfte und Spalten geschieden werden, was selbstverständlich den Abbau bedeutend erleichtert.

Es hat ja nun freilich kein großes Interesse, die unendlich vielen Arten und Abarten von Sandsteinen näher durchzugehen; weiß doch fast jedes Kind, was mit dem Namen gemeint ist. Um so mehr wollen wir die technisch-industrielle Bedeutung dieser Gesteine hervorheben und am Schluß die wichtigsten derselben der Reihe nach aufzählen, soweit sie insbesondere als Bausteine Verwendung finden.

Als Anhaltspunkt für eine weitere Einteilung der Sandsteine kann man allerlei benützen. In erster Linie wird man auf die Größe des Korns Rücksicht nehmen, und unterscheidet darnach feinkörnige und grobkörnige Sand-

steine; bei letzteren darf das Korn bis zu Erbsengröße anschwellen. Wirds aber noch größer, so nennt man die Masse nicht mehr Sandstein, sondern Konglomerat. Sodann kann die Formation ins Auge gefaßt werden, aus welcher der betreffende Sandstein stammt; darnach wird man das Alter der Schichten in Betracht ziehen und, seis von unten nach oben oder umgekehrt der Reihe nach unterscheiden: Oldredsandstein, Buntsandstein, Keupersandstein, Liassandstein, Hilssandstein, Molassesandstein. Oder aber kann man nach den versteinerten Einschlüssen gruppieren und von Spiriferensandstein, Schilfsandstein, Nummulitensandstein, Blättersandstein ꝛc. reden.

Auch nach Lokalitäten wurde schon geschieden, an denen die betreffenden Sandsteine besonders ausgeprägt vorkommen; daher rühren z. B. die Namen Potsdamsandstein, Vogesensandstein, Deistersandstein u. s. w. Endlich mag man das Bindemittel in Betracht ziehen, das die Sandkörner verkittet, und das kieselig, thonig oder kalkig, bituminös, glaukonitisch oder eisenschüssig sein kann. Je nach seinem Inhalt wechselt auch die Farbe und Härte des betreffenden Sandsteins. Wir unterscheiden darnach als die wichtigsten etwa folgende Arten:

1. thonigen Sandstein, der beim Anhauchen den charakteristischen Thongeruch zeigt,

2. mergeligen Sandstein, bei dem das Bindemittel ungefähr in der Mitte zwischen Thon und Kalk steht,

3. kalkigen Sandstein; der verkittende Zement ist kohlensaurer Kalk, entweder in dichter Form oder krystallisiert. Haben wir daneben noch kohlensaure Magnesia, so entsteht dolomitischer Sandstein;

4. kieseligen Sandstein (Glaswacke) mit festem hornsteinartigem Zement;

5. eisenschüssigen Sandstein, der durch Thon oder thonigen Kalk zusammengehalten, häufig von Eisenoxyd

oder Eisenoxydhydrat durchtränkt und daher rot oder gelb gefärbt ist,

5. bituminösen Sandstein, dessen Bindemittel ein bituminöser Thon oder Kalk, auch wohl Asphalt ist.

Gesellen sich dann zu den gewöhnlichen (Quarz-) Sandkörnern noch selche von anderen Mineralien, also z. B. Blättchen, Schüppchen und Teilchen von Glimmer, Feldspat und dergleichen und nehmen dieselben in der Gesamtmasse stark überhand, so redet man bald von

7. Glimmersandstein, der aber durch Hinzutritt von reichlichem Glimmer schiefrig zu werden pflegt, bald von

8. Glaukonit- oder Grünsandstein, dessen Farbe und Aussehen von den grünen Glaukonitkörnchen herrührt, die meist aus Steinkernen von winzigen Tiergehäusen (Foraminiferen) bestehen und dem Gestein beigemengt sind, bald endlich von sogenannter

9. Arkose, wenn zu Glimmer und Quarz sich noch Feldspat gesellt und das Ganze durch ein thoniges oder kieseliges Bindemittel verkittet ist. Wir haben schon oben gesagt, daß man diese „Arkose" auch als regenerativen Granit bezeichnen könnte; besteht sie doch nicht bloß aus denselben drei Gemengteilen wie dieser, sondern ist auch fast immer aus ihm (als Verwitterungsprodukt) hervorgegangen und nur eben infolge der ueuen Verkittung zu lagerhaftem Sandstein geworden.

Die Arkose tritt denn auch vorzugsweise als Glied der Steinkohlen- und Buntsandsteinformation auf, wogegen der „Grünsand" hauptsächlich der Kreidezeit angehört.

Es liegt in der Natur der Sache, daß seit den ältesten Zeiten gerade die Sandsteine vom Menschen aufgesucht und für Bauzwecke benützt wurden. Und zwar dienten sie immer und dienen noch heute grundwesentlich als Material für Monumentalbauwerke, weil sie lagerhaft brechen und also leicht sich

zu Quadern behauen lassen, wogegen umgekehrt für Einzeldenkmäler oder deren Sockel (Bildsäulen, Postamente 2c.) die massigen Gesteine vorgezogen werden (Granit, Syenit, Porphyr, körniger Marmor u. dgl.).

Gehen wir auch hier die Reihe der Formationen von unten nach oben durch, so wären als die wichtigsten Bausandsteine, die also sämtlich den Sedimentgebirgen entstammen, und wobei wir zugleich hauptsächlich auf Deutschland Rücksicht nehmen, etwa folgende zu nennen:

1. Die paläozoischen Formationen

liefern wohl für England (Oldred) und die Vereinigten Staaten (Potsdamsandstein) viel Baumaterial; in Deutschland ist nicht eben viel damit los, höchstens daß der Grauwacken- und Kohlensandstein hin und wieder brauchbare Bänke bietet, die am Rhein und in dessen Nebenthälern lokal zur Verwendung kommen. Viel wichtiger sind in dieser Hinsicht

2. die mesozoischen Formationen,

und in erster Linie unter diesen

α) die Trias.

Ist doch gleich das unterste Glied derselben, der Buntsandstein, so recht eigentlich der Monumentalbaustein wenigstens für die westliche Hälfte unseres Vaterlandes geworden. Man denke an die Klöster und Burgen, die Dome und Schlösser, die von Basel bis Bonn den ganzen Rhein hinunter und auf beiden Seiten noch weit ins Land hinein alle aus diesem Material errichtet wurden, das noch heute nach mehr als einem halben Jahrtausend so herrlich und frischrot uns anglänzt, als wäre es eben erst aus der Erde geholt worden. Die Klöster und Klosterkirchen des Schwarzwalds (Hirsau, Alpirsbach, Reichenbach a. Murg 2c.),

die Burgen und Ruinen in den Vogesen und im Haardt, im Odenwald und an der Bergstraße, (Heidelberg, Darmstadt 2c.), die Dome, die sich im Rhein spiegeln (Basel, Worms, Speier, Mainz, Koblenz), oder in den alten Metropolen auf dessen beiden Seiten sich erheben (Freiburg, Straßburg, Frankfurt a. M.); sie alle geben Zeugnis von der Güte und Schönheit dieses herrlichen Materials.

Während der Muschelkalk als Meeres- und ebendeshalb als vorherrschende Kalkbildung für Bauzwecke für Süddeutschland kaum in Betracht kommt, sind dagegen

Lettenkohle und Keuper um so wichtiger in dieser Beziehung. Das ganze schwäbische Unterland, sowie insbesondere die fränkische Hochebene hat ihre Monumentalbauten aus diesen Gesteinen errichtet. Der feinkörnige, hellfarbige (gelblich-grüne) Lettenkohlensandstein, der z. B. überall im schwäbischen Unterland abgebaut wird, hat das Material für alle Kirchen und wichtigeren Gebäude in den genannten Gebieten geliefert. Dies zeigt schon der Name „Werkstein", der ihm hier beigelegt wird; schade nur, daß öfters thonige Knauer („Lebersteine", „Gallen", „Grieben" von den Arbeitern genannt) darin stecken, die hier wie im Keuper ganze Lager unbrauchbar machen können. Immerhin ist das Material, das die letztgenannte Formation liefert, noch weit bedeutender als dasjenige der Lettenkohle, schon darum, weil aus dem Keuper zwei Lager benützt werden können: der untere (ältere) Schilf- und der obere (jüngere) Stubensandstein.

Jener, nach Korn und Farbe dem Lettenkohlensandstein noch sehr nahestehend, wenn auch mit den grüngelben rötliche oder rot und grün gesprenkelte Bänke wechsellagern, ist z. B. recht eigentlich der „Stuttgarter Baustein". Die riesigen Brüche auf den Höhen um die Stadt her haben seit Jahrhunderten das Material geliefert für die Prachtbauten der schwäbischen Residenz. Nicht minder berühmt sind

die hieher gehörigen Steinbrüche der Leonberger, Maulbronner und Heilbronner Gegend, derem vorzüglichem Material z. B. die Kilianskirche in jener und das wunderbare Kloster in dieser Stadt ihren Namen verdanken. Wegen der überall hier (wie in dem vorgenannten Lettenkohlensandstein) so häufig vorkommenden Schachtelhalme (von Armsdicke und Mannslänge), die von den Arbeitern kurzweg als „Schilf" bezeichnet werden, hat man dieses Material auch Schilfsandstein genannt. Ganz etwas anderes ist der höhere, grobkörnige

weiße Keupersandstein, dessen härtere Schichten gern zu Mühlsteinen verarbeitet werden, wogegen die weicheren zu Fegsand zerfallen, der dann bei Reinigung der Zimmer auf den Boden gestreut wird („Stubensand"). Gewisse Lager desselben, z. B. solche zwischen Tübingen und Stuttgart, liefern ein so unverwüstliches Material, daß diese Werksteine nicht bloß innerhalb des Landes weithin verführt und zu den hervorragendsten Bauwerken verwendet werden (Ulmer Münster), sondern selbst weit über die schwäbischen Grenzen hinaus Anerkennung und Verwertung gefunden haben (z. B. beim Dombau in Köln). Die Kirchen in Herrenberg, Tübingen, Reutlingen, Schorndorf, Gmünd 2c. sowie die Rathäuser und neuerdings die Bahnhöfe in den genannten Städten sind aus Weißem Keuper errichtet.

Tief unter der Trias steht, was Bausteine betrifft, natürlich

β) der Jura,

der auch wieder, gleich dem Muschelkalk, fast ausschließlich eine Meeresformation darstellt. Doch bieten wenigstens einige Lager des Schwarzen und Braunen Jura (Lias und Dogger) durch den ihnen beigemengten Quarzsand, der auch in der sonst fast nur aus Kalk und Thon bestehenden Formation Sandsteinbildung veranlaßte, teilweise recht brauchbare Werksteine dar, die es lokal sogar schon zu be-

deutendem Ruf zu bringen und große Industriethätigkeit hervorzurufen vermochten.

Der L i a s s a n d s t e i n, dem untersten schwarzen Jura angehörig, wird in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut. In den betreffenden Gegenden, wo er vorkommt, heißen die Leute das Material bald „Buchstein“ (weil er wie die Blätter eines Buches geschichtet ist) bald auch wieder „Malb-“ oder „Malm-“ (d. h. „Mehl-“)stein (weil die weicheren Lager zu einem gelben Mehl zerfallen).

Zu Monumentalbauten ist er freilich kaum tauglich, schon darum nicht, weil man nur verhältnismäßig kleine Quader heraushauen kann; dagegen wird er überall bei Sockeln, Mauern, Fenstergesimsen, Thürpfosten, Treppen u. s. w. anwendet. Beim Neubau des Hohenzollern, dessen Kaiserschloß daraus errichtet ist, hat er sich auch insofern weniger gut bewährt, als die vielen darin steckenden Schwefelkiesgallen an der Luft durch Zersetzung rostig werden, auswittern und schmutzig braune Streifen an den Mauerwänden erzeugen, ganz wie dies auch bei einzelnen Bänken des

E i s e n s a n d s t e i n s aus dem unteren Braunjura beobachtet wird. Derselbe kommt hauptsächlich im Gebiet der mittleren Schwabenalb vor und wurde seit alter Zeit als Werkstein benützt. So sind am Ulmer Münster die Fenster mit ihrem gotischen Maßwerk, soweit sie aus dem Mittelalter stammen, aus diesem Material gefertigt, das freilich bei seiner großen Weichheit zu rasch verwittert. Die Neubauten wurden daher alle aus Weißem Keuper, die Türme dagegen aus dem leichten und doch so dauerhaften Kreidetuff (von Meudon bei Paris) hergestellt.

Dagegen sind in der ganzen angegebenen Gegend nicht bloß die modernen Bauten (Schlösser, Bahnhöfe z. B. im Filsgebiet), sondern auch die alten Burgen und Ruinen, die jetzt noch diesen Teil der Alb schmücken (z. B. das einstige Kaiserschloß auf dem Hohenstaufen), aus diesem S a n d s t e i n

erbaut. Der Geologe, der auf die versteinerten Einschlüsse sein Augenmerk richtet, bezeichnet dieses Material gern als „Personaten- oder Murchisonaesandstein".*)

Der Weiße Jura, bloß aus Kalk bestehend, bietet nirgends eigentliche Sand- und eben damit auch nur wenig wirklich brauchbare Bau- oder Werksteine (abgesehen von dem massigen „Marmor", der z. B. beim Festungsbau in Ulm viel verwendet ward, den einzelnen Dolomitstotzen aus denselben Schichten, die bei Brückenbauten, und den „Ooliten" der Heidenheimer Gegend, die dort überall für Bauzwecke Benützung finden). Um so mehr aber versorgt eine zwischen der Jura- und Kreidezeit abgelagerte Süßwasserformation, die sogenannte

Deisterbildung (vom Deistergebirg in Hannover so benannt) einen großen Teil von Deutschland mit einem ganz vorzüglichen Sandsteinmaterial, das wegen seines gleichmäßigen Korns und seiner Dauerhaftigkeit weithin nach Süden (Kilianskirche in Heilbronn für Renovationsarbeiten) und Norden (Reichstagsgebäude in Berlin) verführt wird. Ebenso tritt in der

γ) Kreideformation,

und zwar hauptsächlich in der „mittleren Kreide", dem sogenannten Quadersandstein des Elbgebiets (sächsische Schweiz) und Teutoburger Waldes ein für Monumentalbauten teilweise vortreffliches Material zu Tag, für dessen Güte eben die Denkmäler Sachsens aus alter und neuer Zeit Zeugnis ablegen. Endlich wäre aus dem

δ) Tertiär,

und zwar dem mittleren Miocän Süddeutschlands und der Schweiz, der sogenannten Molasse (vom lat. „mollis",

*) Pecten personatus Qu. („die maskierte") und Ammonites Murchisonae Sow., nach der Gattin des berühmten englischen Geologen benannt, sind nämlich die Hauptleitmuscheln dieses Gesteins.

„weich“), der Molassesandstein zu erwähnen, der früher das an Bausteinen so arme Oberschwaben vielfach mit solchen versorgte. Freilich ist das württembergische Material weniger tauglich, da es als Erzeugnis einer echten Strandbildung ein viel zu grobes Korn besitzt.

Weit besser für Bauzwecke eignet sich dagegen der demselben geologischen Horizont entstammende, aber wahrscheinlich in tiefer See abgelagerte „Rorschacher Sandstein“, der aber keineswegs bloß am Südufer des Bodensees (Rorschach und Staad), sondern von hier aus durch die ganze Vorschweiz bis Zürich und Aarau sich hinzieht. Die Monumentalbauten in St. Gallen z. B., in Zürich und an andern Orten verdanken einzig und allein ihm ihr Dasein.

Die jüngeren Formationen (Diluvium und Alluvium) führen keine Sandsteine mehr. Das einzige, als Baustein benützte Material aus diesen Schichten ist der Kalktuff, dessen Anfänge aber manchmal auch noch bis in die Mammutzeit zurückreichen („Sauerwassertuff“ von Cannstatt). Beim schwäbischen Volk unter dem Namen „Tauchstein“ bekannt, hat er für Bauzwecke lokal fast dieselbe Bedeutung wie der nahverwandte Travertin von Tivoli für Rom und die Campagna.

Wie hoch der Wert der Sandsteine als Baumaterial anzuschlagen ist, mag man daraus ersehen, daß, wie gesagt, fast sämtliche Monumentalbauwerke Europas aus diesem Material hergestellt sind; dasselbe dürfte aber auch in den andern Weltteilen der Fall sein, soweit wir es hier mit Kulturländern und Kulturvölkern zu thun haben.

Doch wir gehen weiter zu den

b) Konglomeraten,

mit welchem Namen (lat. „das Zusammengeballte“) man ein Gestein zu bezeichnen pflegt, das aus lauter gerollten, also

abgerundeten Stücken (Geröllen oder Geschieben) zusammengesetzt und durch ein Bindemittel wieder zu einer festen Masse verkittet wird. Die Mannigfaltigkeit der Konglomerate ist natürlich sehr groß, und es finden sich solche in fast allen Formationen. Will man bestimmte Gruppen zusammenstellen, so kann man

1. auf die petrographische Verschiedenheit der zum Konglomerat gehörigen Rollstücke Rücksicht nehmen, wornach man Quarzitkonglomerat, Kalksteinkonglomerat, Granitkonglomerat, Gneiskonglomerat ꝛc. unterscheidet. Oder man zieht

2. die Verschiedenheit des die Konglomerate verkittenden Zements in Betracht, welches kieselig, thonig, kalkig, eisenschüssig, sandig ꝛc. sein kann; desgleichen kann man

3. die verschiedene Größe der Rollstücke ins Auge fassen und redet dann von gröberem und feinerem Konglomerat; oder endlich unterscheidet man das Gestein

4. seis nach der größeren oder geringeren Menge des Bindemittels, seis nach der Festigkeit, mit welcher die Rollstücke und der Zement zu einer Masse vereinigt sind.

Aus den zahllosen Variationen solcher Konglomerate mögen als die wichtigsten etwa folgende hervorgehoben werden:

α) die sogenannte Grauwacke,

zusammengesetzt aus gerundeten Bruchstücken von Quarz, Thonschiefer, Kieselschiefer ꝛc. und sehr fest zementiert durch ein zähes, kieseliges oder kieseligthoniges Bindemittel von dunkler, wahrscheinlich von Kohle herrührender Farbe. Dieses Gestein spielt in den paläozoischen Formationen (Silur, Devon und Kohlengebirge) eine große Rolle und kommt in Böhmen, Thüringen, Westphalen, am Rhein, im Harz und im Voigtland viel vor.

β) Das sogenannte Rotliegende

bildet ein Konglomerat von wallnuß- bis kopfgroßen Geröllen aus Quarz, Hornstein, Granit, Gneis ꝛc., und ist fest verkittet durch ein stark eisenschüssiges, sandiges Bindemittel, das dem Ganzen eine rotbraune Färbung giebt. Diese Gesteine setzen in Deutschland die Hauptmasse der Dyas- oder Permformation zusammen.

γ) Der Verrucano (Taf. II, Fig. 1)

ist ein Kieselkonglomerat mit kalkigem Bindemittel, dessen Name von der Schanze Verruca (zwischen Pisa und Lucca) herstammt, von wo es zuerst näher beschrieben wurde. Später hat man es hauptsächlich in den Alpen wieder gefunden und bezeichnet jetzt mit diesem Namen alle alpinen Konglomerate, die den ältesten dort vorkommenden Sedimentschichten entstammen und wahrscheinlich ebenfalls der Permformation angehören, vielleicht aber noch in die untere Trias hineinreichen.

Während der Eiszeit wurde eine Menge dieser Gesteine auf dem Rücken der Gletscher auch ins Vorland der Alpen herausgetragen, und so begegnet man den Verrucanogeröllen überall in dem Moränenschotter gar häufig. Das Gestein ist sofort an der roten Farbe seiner Grundmasse zu erkennen, in welcher schneeweiße Quarzgerölle (wie Speck in einer Schinkenwurst) eingebacken liegen.

δ) Der Buntsandstein

zeigt in manchen seiner Bänke oft so viele gerollte weiße Quarzbrocken eingehüllt, daß man auch hier von einem förmlichen Konglomerat reden könnte (Schwarzwald).

Auch im Jura trifft man manchmal Konglomerate, so namentlich auf der Grenze des schwäbischen Braunjura β und γ in den sogenannten Sowerbyischichten, wo eine Menge gerollter Kalkstücke in einem thonig-sandigen Zement eingebettet erscheinen.

Weit bedeutendere Konglomeratmassen aber, die zu riesigen Bergzügen anschwellen können, hat die Tertiärzeit abgelagert, und zwar gleich die älteste (das sogenannte Eocän). Dahin gehört vor allem die sogen.

ε) Nagelfluhe,

aus welcher eine ganze Anzahl der den Alpen vorgelagerten Berge (Rigi, Pfänder, Allgäuer Höhen) zusammengesetzt sind. Gerölle aus fast allen alpinen Gesteinsbildungen von Welschnuß- bis Kopfgröße sind hier durch ein Bindemittel von weißlichem, gelblichem oder rötlichem Mergelkalk aufs festeste unter einander verkittet.

Der Vorgang dieses Zusammenbackens kann sich aber auch mehrmals wiederholt haben, und so redet man folgerichtig neben der eocänen auch von miocäner und diluvialer Nagelfluhe. Ja, in dem Gletscherschotter des Alpengebiets bildet sich „Nagelfluhe“ wohl noch fortwährend vor unsern Augen, wenn z. B. kalkhaltige Sinterwasser über Geröllhalden herabrieseln und die ursprünglich lose neben einander lagernden Geschiebe wieder zu einer Masse verbacken.

Sind die Gerölle der alten Nagelfluhe später durch Erosion ausgelaugt worden, so daß sie von allerlei Poren und Löchern durchsetzt erscheinen, so heißen das z. B. die Schweizer „löchrichte Nagelfluhe“, die dann immer auf ein höheres Alter hinweist als die diluviale, wie sie sich unter andern in den Hochterrassen der Flußläufe sich findet.

Der Eocänformation gehört auch der berühmte englische

ζ) Puddingstone (Flintkonglomerat; Taf. IX, Fig. 2)

an, eine Masse nuß- bis faustgroßer Gerölle von gelbem, braunem und schwarzem Feuerstein, die außerordentlich fest verkittet in einem kieseligen Zement verbacken liegen und geschliffen ein prächtiges Aussehen gewähren. Daß hier der englische Geologe

die Nationalspeise seines Landes (Pudding) sogar in die Steinwelt übertragen hat, ist geradezu rührend.

Daß alle Konglomerate ihren Ursprung dem Wasser und zwar dem strömenden Wasser verdanken, liegt in der Natur der Sache. Flüsse, Ströme und Gletscherbäche haben zuerst die Stücke von den Bergen herabgeführt und gerundet, später wurden dieselben dann durch chemische Prozesse (also wieder mittelst Wasser) zusammengebacken.

Noch machen wir darauf aufmerksam, daß öfters in den Nagelfluhegeröllen sogenannte Eindrücke beobachtet werden, rundliche Vertiefungen auf der Außenwand der Kalkgeschiebe, deren Erklärung immer noch etwas schwierig ist. Wahrscheinlich blieb einsickerndes Wasser an der Stelle, wo jetzt die Löcher sind, länger haften und hatte daher Zeit, hier Lösungen zu erzeugen, während die trocken gebliebene Masse der Einwirkung der Atmosphärilien längeren Widerstand leistete.

Von den Konglomeraten sind sehr wesentlich zu unterscheiden endlich die sogenannten

c) Breccien (Taf. VI, Fig. 2).

Auch sie bestehen zwar aus einzelnen losen Gesteinsstücken, die später durch irgend welches Bindemittel wieder verkittet wurden, aber die Stücke müssen eckig und scharfkantig sein, ein Beweis, daß eine Breccie immer an der Stelle, wo wir sie heute finden, oder jedenfalls gar nicht weit davon entfernt entstanden sein muß. In keinem Fall können und dürfen die Gesteinsbrocken, aus denen sie zusammengesetzt ist, einen längeren Wassertransport durchgemacht haben, sonst wären ja natürlich ihre Kanten und Ecken abgeschliffen worden und wir hätten — ein Konglomerat bekommen. Daß freilich manchmal die Breccien zu einem Konglomerat werden, daß eins in das andere übergehen kann, liegt wiederum in der Natur der Sache.

Ihrer Entstehung nach unterscheidet man am einfachsten neptunische oder Zusammenschwemmungsbreccien (durch Wirkung des Wassers entstanden) und vulkanische oder Reibungsbreccien (durch Wirkung des Feuers erzeugt).

1. Die neptunischen (Zusammenschwemmungs-) Breccien

bestehen aus eckigen Gesteinstrümmern, die durch chemische und mechanische Absätze von (z. B. kalkhaltigem) Wasser wieder zu einer neuen Gesteinsmasse verkittet wurden. Je näher dies bei dem Platze vor sich ging, wo diese Brocken ursprünglich lagen (etwa von einer Kalksteinwand herabgebröckelter Schutt, über den Wasser träufelte), desto deutlicher wird das neue Gestein den Charakter einer Breccie an sich tragen. Je weiter es von seiner Ursprungslagerstätte entfernt und von Wassern zusammengeschwemmt wurde, desto mehr wird sich sein Erzeugnis dem Konglomerat nähern.

Unter den vielen Modifikationen von solchen Breccien, die man wie die Konglomerate entweder nach dem Inhalt der Gesteinsbrocken (Quarzitbreccien, Kalksteinbreccien, Grünsteinbreccien 2c.) oder nach der Beschaffenheit des Bindemittels (mit thonigem, kieseligem, kalkigem, eisenschüssigem 2c. Zement verkittet) gruppieren kann, heben wir beispielsweise nur zwei heraus, die man öfters nennen hört. Als erste sei erwähnt

α) der Quarzbrockenfels,

bei welchem Quarzitbruchstücke durch Quarz und Eisenkiesel fest mit einander verbacken sind; die Spalten zwischen den einzelnen Brocken werden vielfach mit Amethyst- oder Eisenglanzkrystallen ausgefüllt oder überrandet (Schwarzenberg im Erzgebirg). In zweiter Linie sodann nennen wir

β) Die Knochenbreccien,

d. h. Kalksteinbrocken, sowie Fragmente von Muscheln oder sonstigen Tierresten (Knochen und Zähne von Fischen, Säugern, Reptilien 2c.), die durch ein eisenschüssiges, thoniges oder sandig-kalkiges Bindemittel verkittet sind. Sie kommen entweder als sogen. Bonebeds („Beinbette") in förmlichen Lagern und Schichten vor und sind dann Erzeugnisse von Strandbildungen, wie im Muschelkalk, auf der Grenze zwischen Keuper und Lias 2c.; oder aber als Ablagerungen in (Kalk-)Höhlen, auf deren Grund sich die betreffenden Tierreste sammelten und durch das herabtropfende Wasser in eine feste Masse verbacken wurden. So liegen z. B. die Knochen vom Mammut, Höhlenbär, Pferd 2c. in der Gutenberger, dann wieder in den Muggendorfer Höhlen, der Adelsberger Grotte 2c., desgleichen die Rhinocerosreste in den Kalkspalten von Sizilien in eine derartige Breccie eingebettet.

Auf eine andere Art der Entstehung weisen dagegen

2. die vulkanischen (oder Reibungs-)Breccien

hin, und sie werden wohl überhaupt den Geologen den Anlaß gegeben haben, diese Gesteinsbildung mit dem Namen Breccie zu belegen. Breccia heißt nämlich (ital.) ein gewaltsamer Riß in der Mauer (franz. Breche, auch ins Deutsche übergegangen).

Man dachte dabei an jene unterirdischen Gewalten, die den Erdboden sprengen und beim Herauswälzen feuriger Massen allerlei abgerissene Brocken des umliegenden oder durchbrochenen Gesteins mit heraufbringen. Diese Stücke, noch eckig und scharfkantig, werden vom Lavabrei umhüllt und liegen in der später erstarrten Masse wie Fremdlinge.

Man denke an die berühmte Breccie von Puzzuoli, die geschliffen ein prächtiges Aussehen hat, die aber in fast ganz derselben Weise hie und da auch in unsern schwäbischen

Basalttuffen vorkommt. Das Gebilde erinnert auffallend an den oben aufgeführten Puddingstein, besteht aber statt aus Kiesel- vielmehr aus Kalkbrocken und verdankt sein Dasein, wie gesagt dem Feuer, nicht dem Wasser (vgl. übrigens immerhin auch unser, jedenfalls auf wässrigem Weg entstandenes Stück Fig. 2 auf Taf. VI).

Noch aber können vulkanische Breccien auch auf anderem Wege entstehen, wir meinen dadurch, daß von dem Stoß, den bei einer Eruption die umliegenden Gesteine erleiden, diese letzteren in tausend Stücke zertrümmert, bald nachher aber wieder durch ein Bindemittel verkittet worden. So sind z. B. die merkwürdigen „Griese" oder „Griesfelsen" im Ries und bei Steinheim (O.-A. Heidenheim) entstanden, welche bei genauer Beachtung als echte Albfelsen erscheinen mit den noch darin steckenden Weißjurapetrefakten; nur ist das Ganze in lauter kleine eckige Stückchen zerrissen und wieder zusammengekittet.

Auf solch einem „Griesfelsen" steht z. B. das Schloß Taxis bei Dischingen (O.A. Neresheim); ein ganz ähnliches Bild zeigt der sogenannte Hirschfelsen am Ausgang des Wendthals gegen Steinheim ꝛc.

Alle Breccien, die neptunischen wie die vulkanischen, nehmen übrigens nur einen geringen Anteil an der Zusammensetzung der Erdkruste, wenn sie auch lokal oft ziemlich wichtig werden können. Viel bedeutender in dieser Hinsicht zeigt sich die letzte Gruppe der Trümmergesteine, die wir jetzt noch zu betrachten haben, die Gruppe der sogenannten

Kapitel IV:

Thongesteine,

die in technisch-industrieller Hinsicht eine ungeheure Bedeutung für die Menschheit bekommen haben uud glücklicherweise auch überall und in fast sämtlichen Formationen vorkommen.

Es sind die letzten Rückstände unserer Feldspatgesteine, die entweder durch chemische Zersetzung oder durch mechanische Auflösung und Fortführung meist als Schlamm- und Thonniederschläge auf dem Grund des Wassers sich gebildet haben. Das Material besteht aus feinen Staubkörnchen, Schüppchen ꝛc. von zersetztem Feldspat, dem aber in der Regel noch Kalkteilchen, Eisenoxyd, Sandkörnchen u. dgl. beigemengt sind.

Ihren letzten Ursprung haben daher die Thone und Thongesteine in den alten und neuen Silikatgebilden (Granit, Gneis, Porphyr, Glimmer- und Hornblendeschiefer, Klingstein, Basalt, Trachyt und Laven), deren Verwitterungsprodukt sie darstellen. Ist doch der echte Thon stets ein Thonerdesilikat mit etwas Wasser verbunden, also dasselbe, was jene Silikatgesteine der Hauptsache nach auch sind.

Der eigentliche Thon klebt in trockenem Zustand etwas an der Zunge und erzeugt beim Anhauchen einen eigentümlichen (eben den sogenannten „Thon-")Geruch. Mit Wasser gemengt giebt er einen bildsamen Teig, der in alle möglichen Formen gebracht werden kann (plastisch). Im Feuer gebrannt und erhärtet verliert er mit dem Wasser seine Bildsamkeit, die ihm ursprünglich anhaftenden dunklen Farbstoffe (von Kohle oder Bitumen herrührend) werden verzehrt, wogegen das ihm ebenfalls fast überall beigemengte Eisenoxyd ihm eine rötliche Farbe verleiht (Ziegel ꝛc. „brennen sich rot").

Nach ihrem Vorkommen und ihrer Entstehung kann man zweierlei Thone unterscheiden: solche, die noch auf ursprünglicher Lagerstatt sich befinden, also einfache Zersetzungsprodukte des einstigen Silikatgesteins sind, und solche, die vom Wasser fortgeführt und anderswo wieder abgesetzt wurden. Die ersteren sind selbstverständlich die feinsten und besten, weil noch von keinem fremden Stoffe verunreinigt; dahin gehört z. B. der Porzellanthon, das Steinmark, die Grünerde. Die letzteren haben eben in-

folge des Wassertransports allerlei anderweitige Beimengungen (von Sand, Kalk, Bittererde, Eisen 2c.) erhalten und werden dann je nach der Menge und dem Inhalt dieser fremden Zusätze in die verschiedensten Gruppen eingeteilt und mit den verschiedensten Namen belegt (Lehm, Löß, Mergel 2c.).

Fühlt sich ein (feuchter) Thon bei Berührung mit der Hand schlüpfrig an, so redet man von fettem Thon, der dann, je reiner, auch um so plastischer ist. Je mehr ihm aber fremde Stoffe (Sand, Kalk 2c.) beigemengt sind, desto mehr verliert er seine Bildsamkeit und wird „mager" (Mergel). Manche Thone werden erst in der Erde allmählich „fett", indem zirkulierende Wasser ihnen die fremden Verunreinigungen entziehen, oder umgekehrt können fette Thone in magere übergehen, wenn ihnen Sand und sonstige verunreinigende Bestandteile zugeführt werden.

Wir unterscheiden nun, hauptsächlich auf die größere oder geringere Verunreinigung Rücksicht nehmend, unter den

a) eigentlichen Thonen

reinere und unreinere. Zu den ersten, den

α) reinsten und feinsten Thonen

gehört vor allem

1. das Kaolin (Porzellanerde, Porzellanthon),

mit welchem Namen die Chinesen, die ersten Erfinder des Porzellans, diejenige Thonmasse bezeichneten, aus welcher sie das hochgeschätzte Geschirr darstellten. Das Kaolin ist in seiner reinsten Form zweifach kieselsaure Thonerde mit etwas Wasser verbunden, das Zersetzungsprodukt des Feldspats ohne weitere Beimengung. Wasser hat demselben bei seiner Verwitterung sein Kali und einen Teil des Kiesels entführt und ein reiner weißer Thon ist zurückgeblieben. Daher

sind auch die davon gemachten Gefäße nicht porös und vollständig feuerbeständig; denn der reine Thon wird auch in der stärksten Glut nicht zum Schmelzen gebracht.

Das Kaolin kommt — in kleinen Mengen — nicht bloß in Spalten der Silikatgesteine, sondern auch nesterweise in Sedimentgebirgen, die aus jenen entstanden sind, vor (z. B. im Kohlensandstein, im weißen Keuper ꝛc.). Besonders geschätzt ist das sächsische, von der Aue bei Schneeberg (im Erzgebirg), das in Meißen verarbeitet wird.

Ein alter Goldmacher, der Apotheker Böttcher, der wegen Schulden auf der Festung Königsstein gefangen saß, kam dort 1706 auf den glücklichen Gedanken, aus jenem „weißen Mehl“ dieselbe Masse herzustellen, wie dies die Chinesen schon längst verstanden hatten. So wurde er für Europa der berühmte Entdecker der Porzellanfabrikation, wie denn auch schon drei Jahre darauf (1710) die erste derartige Fabrik in Meißen eingerichtet ward.

Später fand man ähnlichen Thon auch in der Gegend von Passau, der hauptsächlich in Wien verarbeitet wird. Auch die Franzosen legten große Porzellanfabriken an (Sèvres); der Stoff, der darin verarbeitet wird, stammt aus Limoges (Zentralfrankreich), und ist ein Zersetzungsprodukt des dortigen Gneisgebirgs. Etwas ähnliches wie Kaolin ist das sogenannte

2. Steinmark,

„marga in saxa inclusa“ (d. h. „in Felsen eingeschlossener Mergel“), wie es der alte Agricola heißt. Es ist ein möglichst feiner und reiner Feldspatthon, der aber keine Schichten bildet, sondern nesterweise in Höhlen von Silikatgebirgen („wie Mark in den Knochen steckend“) vorkommt.

Man unterscheidet je nach Form, Farbe und Fundort weißes Steinmark (aus den Zinnsteingängen vom Sauberg bei Ehrenfriedersdorf), dann wieder fleisch-

rotes (von Rochlitz an der Mulde, aus zersetztem Porphyr erzeugt), lavendelblaues (von Planitz bei Zwickau aus der dortigen Steinkohlenformation), sowie den sogenannten Collyrit von Schemnitz in Ungarn, der in den dortigen Dioriten Nester schneeweißen Thons bildet.

Mit den unreinen, d. h. durch alle möglichen fremden Stoffe und Bestandteile vermengten Thonsorten kommen wir zu der großen Gruppe der sogenannten

β) plastischen Thone,

die im Grund genommen, d. h. chemisch betrachtet kaum wesentlich vom Kaolin abweichen, und sich lediglich dadurch von diesem unterscheiden, daß auf mechanischem Weg allerlei fremde Stoffe dem ursprünglich reinen Thon beigemengt worden sind.

Man unterscheidet in dieser Hinsicht als am häufigsten in der Natur vorkommende Modifikationen den eisenschüssigen und glimmerreichen, oder auch den bituminösen Thon, welch letzterer dann wieder bald mit Alaun (Alaunthon) bald mit Salz (Salzthon) durchtränkt sein kann. Sehr kalkreichen Thon, der dann eben infolge seines Kalkgehalts „mager" wird, heißt man Mergel.

Ballen sich solche Mergel zu Knollen zusammen, die dann beim Trocknen Risse bekommen, und werden diese Risse nachher wieder von Kalkspatadern verpappt und durchzogen, so redet man von Septarienthon; denn Septarien („septa" lat. „Scheidewände" oder „Gitter") heißt man eben jene Knollen, die ein derartig gegittertes Aussehen durch das Adernetz von Kalkspat erhalten haben. Von Zementthon d. h. dem im Wasser festwerdenden Mörtel redet man, wenn Thon und Kalk in bestimmten Mischungsverhältnissen das Material bilden, das dann, gebrannt und gepulvert, entweder als Portland- oder Romanzement Verwendung findet.

In allen Kalksteinformationen, für Württemberg namentlich

im Jura (Lias γ von Kirchheim u. T., Weißer Jura α von Geislingen und Weißer Jura ζ in der Blaubeurer Gegend) sowie im Muschelkalk (Lauffen a./N.) finden sich solche Zementmergel, und von Jahr zu Jahr nimmt ihre Ausbeutung und die ganze Zementindustrie einen größeren Aufschwung.

Bezüglich ihrer praktisch-technischen Benützung wollen wir als die wichtigsten etwa folgende Varietäten dieser unreineren Thone herausheben: die verhältnißmäßig reinste Art ist

1. der Töpferthon,

eine außerordentlich plastische Masse, der feinste gewöhnlich von graulicher oder weißlicher Farbe. Unter Zähnen knirscht er meist etwas von beigemengtem Sande. Er kommt fast in allen Formationen vor und liefert das Material zu gröberer und feinerer Töpferware, die beim Brennen ihre Glasur durch Zusatz von Salz, ihre Farbe durch Beigabe von Blei, Chrom oder Kobalt bekommt. Wenn dem betreffenden Thon schon von Haus aus gewisse Salze beigemengt sind, so schmilzt im Brennofen die Masse an der Oberfläche von selbst zu einer „natürlichen Glasur“ zusammen.

Alle Thonwaren lassen sich in zwei große Gruppen einteilen, einmal in solche, die auch ohne Glasur kein Wasser durchlassen, auf der Bruchfläche an der Zunge nicht kleben, auch nicht porös und so hart sind, daß sie am Stahl Funken geben, und dann wieder in solche, denen all die genannten Eigenschaften abgehen, die insbesondere ohne Glasur stets sich porös zeigen und beim Bruch an der Zunge haften bleiben. Zu den ersten Sorten gehört nächst dem Porzellan noch das sogenannte (feine und gemeine) Steinzeug, (jenes unter dem Namen Wedgewood bekannt, dieses das Material für Selterskrüge, Einmachhäfen, Essigfäßchen rc. liefernd); die letzteren dagegen umfassen alle übrigen Thonwaren vom feinen und gemeinen Steingut (feine und gemeine Fay-

ence*) an bis herab zum ganz gewöhnlichen Hafnerthon oder Zieglerlehm.

Zur feinen Fayence (Majolika)*) gehören z. B. die Geschirre, die in der „Porzellan"fabrik von Schramberg gemacht werden, zur „gemeinen" dagegen unter anderem die Ofenkacheln, die sogenannten Mettlacher Plättchen u. dgl. Beide Sorten von Steingut sind aber ohne Glasur porös und unterscheiden sich eben dadurch wesentlich von dem nicht porösen (feinen und gemeinen) sogenannten Steinzeug.

An das gemeine Steingut schließt sich, durch allerhand Übergänge vermittelt, die gewöhnliche Töpferware an, die hergestellt wird aus der gemeinen

2. Hafnererde und dem Zieglerlehm,

die überall in Menge sich finden und seit den ältesten Zeiten in der Menschheit teils zum Bau von Häusern, teils zur Verfertigung von allerhand Geschirr eine große Rolle gespielt haben.

Schon die Alten, insbesondere Griechen und Römer, brachten es in der Verarbeitung zumal der feineren und zuvor durch wiederholtes Schlemmen noch mehr gereinigten Thonsorten dieser Art zu vollendeter Meisterschaft. Indes die Scherben all dieser Thonwaren sind porös und kleben an der Zunge.

Römer und Etrusker führten die größten Werke in dieser „Terrakotta" (ital. „gekochte d. h. gebrannte Erde") aus. Auf dem Kapitol stand eine Jupiterbildsäule samt Viergespann aus diesem Material; Kaiser Vitellius ließ eine Riesenschüssel machen, die 1 Million Sesterzien (ca. 60000 Mark) kostete. Die „etrurischen Vasen", von denen uns viele bis heute (aus Gräbern 2c.) erhalten geblieben sind, zeigen mitunter geradezu

*) Der Name „Fayence" kommt von der Stadt Faenza in Mittelitalien her, wo erstmals eine große Industrie mit diesen Thonwaren getrieben wurde wie auf der Insel Mallorca (daher der Name „Majolika").

wundervolle Malereien und waren schon im Altertum so beliebt und geschätzt, daß sie zur Zeit des Augustus den silbernen und goldenen Gefäßen den Rang streitig machten.

Diese feinere Töpferware, wovon wir auch in Deutschland fast an allen römischen Lager- und einstigen Wohnplätzen noch eine Masse von Scherben finden, wurden damals gern aus rotem Thon (der sogenannte «terra sigillata»)*) gemacht, woran man noch jetzt sofort den römischen Ursprung erkennt.

Für Trauerzwecke (Thränen- und Aschenkrüge) oder auch für die Bedürfnisse des gewöhnlichen Lebens (Krüge, Vasen Amphoren ꝛc. zur Aufbewahrung von Öl, Wein, Getreide u. dgl.) pflegte man gröbere Thonsorten von dunkler Färbung zu nehmen. So war z. B. das vielgenannte Faß des Diogenes ein derartiger Riesentopf.

Zur Zeit der Renaissance, aus welcher auch das Wort „Terrakotta" stammt, wurde diese Kunst namentlich in Mittelitalien wieder zu hoher Blüte und Vollendung gebracht.

Heutzutag sieht man bei der eigentlichen Töpferindustrie hauptsächlich auf Menge und Billigkeit, und es hat sich dieselbe hauptsächlich an gewisse Dörfer und Städte geknüpft, deren „Geschirr" für die betreffende Gegend seit alters einen gewissen Ruf erlangt hatte und wo auch die „Häfnerei" durch Generationen hindurch gepflegt ward. So ist z. B. für Württemberg Neuenhaus auf den Fildern (im Volksmund „Häfnerneuhausen") ein solcher Mittelpunkt geworden; wohnen doch in dem Ort noch heute etwa 50 „Hafnermeister". Auch der Ruf des Heidenheimer Geschirrs ist seit Jahrhunderten in Schwaben ein guter, obwohl das Material für gleich preiswürdige Ware noch an hundert andern Orten vorhanden wäre.

Noch viel häufiger findet sich der gemeine Zieglerlehm,

---

*) Der Name „terra sigillata" („Siegelerde") stammt daher, daß man schon im Altertum die in den Handel gebrachten Stücke mit einem „Siegel" stempelte.

dessen Abbau und Verarbeitung denn auch bei allen Völkern seit Urzeiten betrieben wurde. Insbesondere in Gegenden, denen bessere Bau- und Werksteine fehlten und fehlen, war man von jeher auf derartiges Material zur Herstellung von Mauern, Wohnungen 2c. angewiesen. In dem fast regenlosen Ägypten nimmt man sich noch heute gar nicht die Mühe, den Lehm erst zu brennen. Die Fellachen errichten ganze Dörfer aus solchem, bloß an der Sonne gebranntem Material.

Auch die alten Kulturvölker in dem steinlosen Zweistromland (Mesopotamien) pflegten ihre Ziegel nur an der Luft zu trocknen, und wenn auch dieselben durch den beigegebenen Asphalt eine etwas größere Festigkeit erhielten (vgl. oben S. 228), so ist doch eben dieses Material wesentlich mit daran schuld, daß uns von den einst daraus errichteten Riesenstädten (Ninive, Babylon) mit ihren Prachtpalästen und Tempeln fast nichts als elende Schutthügel erhalten geblieben sind.

Im Mittelalter wurden — der Billigkeit wegen — auch in solchen Ländern, denen es an edelstem Baumaterial nicht mangelte, gar häufig selbst die herrlichsten Tempel aus „Backsteinen" hergestellt, und dann jeweils nur die Außenwände mit Marmor bekleidet (Dome von Mittelitalien, z. B. Rom, Florenz, Siena 2c.) In Deutschland griff man dagegen zu diesem Material wohl nur, wo das wertvollere mangelte (Ulmer Münster, Münchner Dom, nordische Kirchengebäude, Rathäuser u. dgl. z. B. in Danzig, bei der Marienburg u. s. f.).

Neuerdings hat der Ziegelbau und darum auch die Backsteinfabrikation wieder einen unerhörten Aufschwung genommen, da das in Dampfziegeleien trefflich hergestellte Material auch für Monumentalbauten sich eignet, bei Herstellung gewöhnlicher Wohnungen aber schon durch seine Billigkeit und Trockenheit sich außerordentlich empfiehlt. Auch in Württemberg z. B. schießen jetzt derartige Riesenziegeleien wie Pilze aus dem Boden (Filsthal, Waiblingen, Nürtingen 2c.).

Da überall dem gemeinen Lehm, der zu diesen Zwecken

verarbeitet wird, ziemlich viel Eisenoxyd beigemengt ist, so brennen sich alle unsre Ziegel und Backsteine rot. Doch giebt es auch eisenfreie, feinere Thone, die schneeweiß aus dem Ofen kommen; dahin gehört z. B. der Pfeifenthon, der das Material zu den (kölnischen) Pfeifen bildet und in Deutschland (Rheingegend), Holland und England viel gewonnen und benützt wird.

Herrscht dagegen das Eisenoxyd vor und ist der Thon feiner und reiner, so bekommen wir den sogenannten

3. Bolus oder Bol

(griech. „die Scholle"), jene schon aus dem Altertum so hochberühmte Erde, die namentlich auch als Arzneimittel einst einen gewaltigen Ruf hatte und zum Teil noch heute von dem unwissenden und abergläubischen Volk zur Heilung von allerlei Schäden an Menschen und Vieh um teures Geld erstanden wird.

Lassen wir, um einen kleinen Einblick in die Denkweise eines früheren Zeitalters zu bekommen, einmal den am Ende des 16. Jahrhunderts als hochgelehrter Arzt gepriesenen Bauhin ein paar Worte darüber reden. In seinem heute noch höchst lesenswerten Buch über den damals entdeckten „Wunderbrunnen von Boll" schreibt er unter anderem, daß er bei einem Ausflug von Boll nach Kirchheim einem Wagen voll „Bolus" begegnet sei, den die Leute von der Alb (aus den dortigen Bohnerzspalten) geholt und nach Ulm, Augsburg und Regensburg zu liefern hatten. Er untersuchte diese „rote Erde" genau und läßt sich über ihre Heilkraft etwa folgendermaßen aus:

„Ich und der Apotheker Lutz haben terram sigillatam daraus gemacht, welche wir sonst sanguinem Herculis („Herkulesblut") nennen, und halten wirs dafür, daß es ebenso kräftig sei wie das mineralische Einhorn, axungia Solis" (das „Sonnenschmalz"; sic!).

Andreas Bertholdus von Oschatz meldet von dieser terra

sigillata (und Bauhin schreibts und glaubts ihm kritiklos nach), daß es in der Natur billig mit größter Ehrerbietung zu rühmen sei. Denn „es hilfft erstlich gegen Gifft und Bulensüpplein oder vergiffte Liebestränk (sic!), ja auch wider das allerstärkste und greulichste Gifft, so irgend auf einerlei Weise durch den Mund ist eingegeben worden, und treibt solches, vor dem Gifft (d. h. gegen das Gift) genommen, durch Erbrechen gewaltsam aus. Zum andern, so wiederstehet sie der wütenden und schrecklichen Pestilenz, ja die schon halb tot sein, die reißt sie mit wunderbarer Geschwindigkeit dem Tode wieder aus dem Rachen. Zum dritten ist sie mit gleicher Wirkung gut für alle Biß, Stich und Verletzung aller vergifften Tier und Würm. Zum vierten, so hat man bewährt und erfahren, daß sie große Gemeinschaft hat mit den Gliedern des menschlichen Leibs, also daß sie das Herz stärket, das Gehirn erfrischet, daher sie das Kopfweh lindert, das Magenweh vertreibt, das Herzklopfen stillet, die roten Augen heilet und für die Geschwulst der Gemächte gut ist, wie keine andere Arzeney. Zum fünften“ . . . doch was sollen wir fortmachen mit ihm, bis er endlich an Punkt 13 angelangt ist?

Sieht man doch deutlich aus solchen Tiraden, welcher Schwindel und Unsinn noch bis in die neuere Zeit herein auch von den Männern der Wissenschaft ist geglaubt und geübt worden. Die terra sigillata galt in der That als Panacee für alle möglichen und — unmöglichen Gebresten und — «probatum est»: das Volk hats geschluckt und teuer bezahlt, benützts auch wohl noch heute, besonders als Arzneimittel fürs Vieh (gewisse Pferdekrankheiten).

Wird doch z. B. gegenwärtig der blutrote tertiäre Bohnerzletten, ein echter „B o l u s“ in Stubersheim (O. A. Geislingen) aufs neue wieder gewonnen, und, so lang er noch bergfeucht und weich ist, zu bestimmten viereckigen Stücken geformt, auf die der Händler seinen Stempel drückt.

Das ist thatsächlich nichts anderes als die alte »t e r r a

sigillata« („Siegelerde") der Römer, aus welcher nicht bloß, wie oben erwähnt, die berühmten roten Thongefäße verfertigt, sondern die auch, mit Stempel oder „Siegel" versehen, im ganzen Weltreich als Heilmittel in den Handel gebracht wurde.

Die lemnische (d. h. von der Insel Lemnos stammende) galt als die wirksamste und war demgemäß auch am teuersten. Sie eben führte den bedeutungsvollen Namen „Sonnenschmalz" (axungia Solis). Natürlich wollten auch andere Länder nicht zurückbleiben und stellten anders gefärbte ähnliche Thone wohl noch höher.

So nannte man im Mittelalter eine bläulich graue, in Sachsen gegrabene Erde „Mondsschmalz" (axungia Lunae). Die weiße von der Insel Malta kam in Kugelform in die Apotheken und trug auf dem Stempel das Bild des Apostels Paulus. Dennoch klagte man schon damals über großartige Verfälschung dieser wertvollen Mittel.

In den württembergischen Apotheken mußte „siebenerlei Bolus, der im Munde wie Butter schmilzt", geführt werden; der billigste war wohl der aus dem roten Keuperletten des Unterlandes geholte. Die Menschheit bleibt sich in diesem Stück ja wohl immer gleich: »mundus vult decipi« („die Welt will betrogen sein"). Lassen wir ihr diese Freude, wenn wir auch für uns in der Stille hinzufügen: »o sancta simplicitas!« („o heilige Einfalt!").

Es hat keinen Sinn, die hieher gehörigen ähnlichen „Erden" weiter aufzuzählen, die nur nach Fundort, Farbe und Benützuug sich unterscheiden, schließlich aber alle mit einander zu den plastischen Thonen gehören, an denen ja die Welt natürlicherweise sehr reich ist. Beispielsweise seien nur etwa noch erwähnt die im Altertum als Malerfarben hochberühmte sinopische Erde (von Sinope, Stadt am Südufer des Schwarzen Meers), deren herrliches Rot die Wandmalereien in Pompeji heute noch wiederstrahlen, die cyprische (auch Umbra genannt, von der Insel Cypern), welche braun

färbte, die Grünerde (aus zersetztem Chlorit entstanden), die bei Brentonico am Monte Baldo (Gardasee) noch heute gewonnen wird, sowie die hauptsächlich in England vorkommende

4. Walkererde

(«Foullers earth»), die allerdings weit weniger plastisch ist als die meisten andern Thone, aber dafür mehr als diese die Eigenschaft hat, tierische Substanzen zu entfetten, eine Eigenschaft, die freilich in größerem oder geringerem Grad so ziemlich jedem Thon zukommt, da derselbe stets eine gewisse Anziehungskraft zum Fett besitzt. Die englische stammt aus den Thonen des dortigen mittleren Braunjura und wurde früher so hoch geschätzt, daß ihre Ausfuhr von staatswegen verboten war. Glaubte man doch, daß die Güte der englischen Tücher hauptsächlich daher rühre, daß die Walker dieselben mit dieser Erde behandelten. Übrigens werden auch in Württemberg gewisse ähnliche Thone aus dem Braunen (Aalen) und Weißen Jura (Heidenheim) zu dem gleichen Zwecke benützt, allerdings wohl nur, um die so viel teurere Seife zu sparen.

Wir schließen diesen Abschnitt mit der Bemerkung, daß die meisten plastischen Thone erst in jüngeren Formationen, d. h. in der mesozoischen und känozoischen Zeit (vom Jura an) auftreten, sowie daß sie vielfach eine ausgezeichnete Lagerstätte für Versteinerungen abgeben.

Diese tierischen Reste haben sich, vielfach in Schwefelkies umgewandelt, ganz besonders schön in diesen Schichten erhalten und schälen sich tadellos aus denselben heraus. Je nach den Haupteinschlüssen der verschiedenen Formationen redet man daher wohl auch von Amaltheen- (aus Lias δ mit dem „leitenden“ Ammonites amaltheus Qu.), Ornaten- (aus Braunjura ζ mit Ammonitos ornatus Schl.) — ꝛc. oder aber, von Hilsthon (aus der Kreidezeit), Wälderthon (Zeit zwischen Jura und Kreide) ꝛc.

Daß endlich alle diese Thone ein erdiges Aus- und

Ansehen haben, liegt in der Natur der Sache; sind doch die meisten derselben nichts anderes als Schlammniederschläge alter Meere und Zersetzungsprodukte einstiger Silikatgesteine, die dann schließlich den Hauptnährboden für die heutige Pflanzenwelt bilden und bedingen.

Werden die plastischen Thone durch Beimengung von Kalk „magerer", so heißen sie

γ) Mergel (lat. Marga, vielleicht verwandt mit dem deutschen Wort „Mark"?)

Plinius nennt ihn das „Fett der Erde", womit man in Gallien und Britannien die Äcker auf 80 Jahre hinaus dünge. Er unterscheidet schon einen weißen, roten, taubenfarbigen, sandigen, tuffigen u. s. w. und rühmt ihnen nach, daß sie stets „jenen eigenen, von der Sonne empfangenen (sic!) Duft aushauchen, mit dessen Lieblichkeit nichts verglichen werden könne."

Der alte Meister spielt damit auf den allbekannten eigentümlichen Thongeruch an, welchen derartige Gesteine schon beim Anhauchen zu verbreiten pflegen. Freilich gilt letzteres eigentlich nur von den Thonen, und zwar um so mehr, je „fetter" sie sind. Plinius macht aber zwischen „Thon" und „Mergel" offenbar nicht den Unterschied, wie wir heute ihn machen, indem wir stets darauf sehen, ob die betreffende Masse mehr „fett" oder „mager" ist. Letzteres rührt, wie gesagt, davon her, daß dem Thon eine größere Menge von Kalk sich beimengt.

Man vergleiche in dieser Beziehung z. B. den Numismalis- und Javensis-Mergel (aus Lias γ mit der leitenden Terebratula numismalis Qu., und aus Lias ζ mit dem leitenden Ammonites jurensis Ziet.) mit dem Turneri-, dem Amaltheen- oder Ornaten-Thon (aus Lias β, Lias δ und Braun-Jura ζ).

Je nachdem die betreffende Kalkbeimengung größer oder geringer, und je nachdem die Masse mehr schüttig oder mehr schiefrig sich zeigt, redet man dann wohl auch von Steinmergel, Mergelschiefer und Schiefermergel, Namen, die sich selbst erklären. Ein Gemisch von Thon und Kalk, bei dem beide Stoffe ziemlich gleich verteilt sind, kann man mit dem einen oder dem andern Namen bezeichnen; so die Schichten der Terebratula impressa Qu. (Weiß-Jura α), die man allerdings gewöhnlich Impressa„thon" heißt, aber ganz ebensogut auch als Impressa„mergel" verzollen könnte.

Den Schiefermergel, aus lauter losen, schüttigen Schuppen und Täfelchen bestehend, die an den Böschungen der betreffenden Schichten herabrieseln und im Keuper und Lias oft ganze Berge bilden, heißt man im schwäbischen Unterland wohl auch „Leberkies", so namentlich in der Stuttgarter Gegend, wo der Weingärtner mit diesem Material seine Weinberge zu beschütten pflegt. Anderwärts redet man von „Schieferletten", wie z. B. die Opalinus„thone" (Braun-Jura α) wohl am richtigsten genannt würden. In Thüringen jedoch ist dafür der einfache Name „Letten" im Gebrauch.

Alle Mergel sind aber nicht nur in Hinsicht auf ihre Bestandteile, sondern auch als Bodenart „mager" zu nennen; gehören doch die Felder, die davon gebildet werden, zu den ödesten und unfruchtbarsten, welche man kennt (z. B. die Numismalishöhen des Lias γ).

Gesellt sich endlich dem Thon neben Kalk auch noch Sand bei, so entstehen Gebilde, die man als

b) Lehm und Löß

bezeichnet und die fast ausschließlich den jüngsten Formationen der Erde (dem Diluvium und Alluvium) angehören. Dieselben sind nicht mehr plastisch und daher von den eigentlichen „Thonen" als solche zu trennen. Was zunächst den

1. Lehm

betrifft, so unterscheidet er sich vom Löß nur dadurch, daß er kalkfrei ist oder vielmehr wahrscheinlich erst geworden ist, indem der ursprünglich auch ihm beigemengte Kalkgehalt durch Wasser ausgelaugt wurde. So wird man also sagen können, daß der Lehm in der Regel erst aus dem Löß entstanden ist.

Umgekehrt können freilich auch dem Lehm Kalkteilchen zugeführt werden, dann wandelt er sich in Löß um. Der Lehm ist zugleich in der Regel das Erzeugnis von fließendem Wasser, das die feinsten Bestandteile, die es mitführt, anderwärts wieder eben als „Lehm" absetzt; insbesondere verdanken große Lehmbildungen den sogenannten Interglazialperioden („Zwischeneisperioden" d. h. Zeiträume, während denen die Gletscher wieder abgeschmolzen und zurückgegangen waren) der Eiszeit (Diluvium) ihren Ursprung.

Zu den feinsten Lehmsorten gehört der sogenannte Höhlenlehm, der durch Tropfen des Wassers von der Decke der Höhlen, d. h. von der Oberwelt herabgeführt und auf dem Boden oft in Meterdicke wieder abgesetzt worden ist und vielfach die bekannten Knochen der einstigen Höhlenbewohner (Mensch und Tier) in sich birgt.

Etwas ganz ähnliches ist es mit dem überaus feinen Lehm, mit dem man oft die Totensärge in den fränkisch-alemanischen (Reihen-) Gräbern, die sogenannten „Einbäume", ausgefüllt trifft. Auch er kann nur von außen durch die Poren des Holzes oder sonstige kleine Spalten mittelst Wasser eingeschwemmt sein. Der

2. Löß

dagegen ist kalkhaltiger Lehm und meist äolischen Ursprungs, d. h. vom Wind (Aeolus, der Gott der Winde) zusammengeweht. Mächtige Lößablagerungen befinden sich z. B. im Rheinthal, kommen aber so ziemlich an allen Flüssen als Absätze früherer Zeiten, oft hoch über dem heutigen Flußbett, vor.

Sie alle aber können an Großartigkeit keinen Vergleich aushalten mit den Lößgebilden in China, die mit-



Fig. 34. Lößlandschaft (aus China).

unter eine Mächtigkeit von 800—1000 m erreichen und ohne Zweifel nichts anderes sind als Staubmassen, die aus den westlichen Hochländern im Lauf der Jahrtausende vom Wind

zusammengeblasen und in den Thälern der großen chinesischen Ströme wieder abgesetzt wurden (vgl. uns. Fig. 34). Ihnen verdankt der dortige Boden grundwesentlich seine Fruchtbarkeit. Die Bewohner dieser Gegenden aber haben ganze Dörfer in diese oft senkrecht abfallenden Lößmassen eingebaut, d. h. sie wohnen in Höhlen und Löchern, welche über einander wie die Nester der Uferschwalbe in die Erdwände gegraben sind.

Lehm und Löß ist die Mutterstätte nicht bloß der Knochen und Zähne der großen Diluvialtiere, (Mammut, Rhinozeros) und der bekannten „Lößschnecken“ (Pupa, Succinea und Helix), sondern insbesondere auch der früher schon erwähnten sogenannten „Lößmännchen“ (Lößkinder), d. h. sandig-kalkiger Knauer und Kongretionen, die oft die seltsamsten Formen annehmen (vgl. S. 113).

Wieder anders zeigen sich die beiden letzten Gebilde der „Thongesteine“, die wir noch zu besprechen haben, es sind die

c) Schieferthone und Thonschiefer,

beides durchaus nicht dasselbe und darum wohl auseinander zu halten.

1) Der Schieferthon

ist ein mildes, ziemlich weiches, schiefriges Gestein, das aus verhärtetem Thon oder Schlamm, mit kleinen Quarzstäubchen und Glimmerblättchen vermengt, besteht. Schwefelkies kommt viel darin vor, auch ist die Farbe (durch Kohlenreste erzeugt) meist dunkel. Die Schieferthone kommen ja hauptsächlich in den Formationen vor, welche fossile Kohle führen. So werden z. B. fast alle Steinkohlen- und Braunkohlenflöze von diesen Thonmassen eingehüllt, in denen sich dann auch die betreffenden Pflanzenreste am schönsten und deutlichsten erhalten haben. Sie wechsellagern mit Sandsteinen, Kalksteinen, Mergeln und Kohlenschichten und spielen im Karbon, Jura, Wealden und Tertiär eine große Rolle.

Werden sie rot oder bunt, wie im Keuper und Buntsandstein, so nennt man sie Schieferletten, wie wir dies oben schon beschrieben haben; mit Bitumen durchtränkte Schieferthone dagegen heißen „Brandschiefer". So geht auch hier ein Gebilde meist unmerklich ins andere über, und es ist oft schwer, jeweils für die betreffende Masse den richtigen Namen zu finden.

Viel leichter gelingt dies beim

2) Thonschiefer,

der wieder etwas besonderes ist und sozusagen eine Gruppe für sich bildet. Es ist der „Schiefer" schlechthin und im besten Sinne des Worts, ein ausgezeichnet schiefriges, hartes Thongestein von mattem Bruch und dunkler Farbe (grau oder schwarz), die von geringer Beimengung kohliger Bestandteile herrührt. Manchmal tritt Eisenoxyd hinzu, dann entstehen gelbe, grüne und rötliche Farben, letztere namentlich gegen oben in den eisenreicheren, devonischen Schichten, wie man an dem Dachschiefer sieht, dessen Material bald dunkelgrau, bald rötlich ist.

Der Thonschiefer bildet staunenerregende Massen hauptsächlich in den paläozoischen Formationen (Silur und Devon, welch letzterem z. B. das rheinische Schiefergebirge angehört), geht aber auch unmerklich in den Thonglimmerschiefer (Urthonschiefer) der archäischen Formation über. Freilich ist der letztere ausgesprochen krystallinisch und gehört eben deshalb noch zu den krystallinischen Schiefern, die wir früher besprochen haben; indes auch gewisse Lager des echten Thonschiefers zeigen, wenigstens unter dem Mikroskop, krystallinische und selbst krystallisierte Gemengteile, namentlich in den älteren (silurischen) Schichten.

Haben wir ja doch oben schon erwähnt, daß derartige Thonschiefer vielfach Chiastolitkrystalle in sich schließen. Wo

ist also da eine Grenze zu ziehen? Auch hier heißts: die Natur macht nirgends einen Sprung. Und dasselbe gilt, wenn wir umgekehrt vom Thonschiefer der paläozoischen Gruppe aus einen Blick werfen auf die Schieferthone und Thone der jüngeren Formationen. Glimmerschiefer, Thonglimmerschiefer, Thonschiefer, Schieferthon und Thon gewöhnlicher Art bilden eine fortlaufende Kette, deren Glieder durch alle möglichen Übergänge sich verbinden und vielfach wohl nur infolge des Alters oder der Druckverhältnisse verschiedene Form angenommen haben. Ist es doch z. B. gar nicht unwahrscheinlich, daß gewöhnlicher Thon unter starkem Druck und bei hoher Temperatur in echten Thonschiefer und wohl gar Urthonschiefer sich verwandelt (man denke z. B. an die tertiären „Glarner Schiefer" vom Sernfthal bei Glarus.)

Die typischen Thonschiefer aus dem Silur und Devon, auch noch diejenigen aus der Steinkohlenformation wechsellagern mit Kieselschiefern, Grauwacken, Kalksteinen und Sandsteinen und zeigen vielfach eine sogenannte falsche oder transversale Schieferung, d. h. die letztere fällt nicht immer mit der Schichtung zusammen, sondern durchsetzt die Gesteinsmasse ganz unabhängig von dieser.

Benützt wird der Thonschiefer gar vielfach für den menschlichen Haushalt, und sein Vorkommen hat in gewissen Ländern (Thüringen) ganz eigentümliche Industriezweige zur Blüte gebracht (Griffel und Schiefertafeln). Ja, man hat geradezu mit Beziehung auf ihre technische Anwendung eine Anzahl solcher Thonschiefer-Varietäten mit besonderen Namen bezeichnet. Wir unterscheiden als die wichtigsten derselben etwa folgende:

α) Dach- und Tafelschiefer, erstere von grauer, letztere von schwarzer Farbe. Es sind die reinsten Sorten des Thonschiefers, die sich leicht in dünne Tafeln spalten lassen. Berühmt hiefür sind seit alters St. Goar am Rhein und Goslar am Harz, woher der meiste Dachschiefer kommt, vor allem aber Lehesten im Thüringer Wald, das

neben Dachplatten auch die Schiefertafeln liefert und die Schulen ganz Deutschlands damit versorgt. Etwas ähnliches ist es mit Sonneberg in Thüringen, das die Griffel dazu liefert. Dort nämlich findet sich der sogenannte

β) Griffelschiefer, der lediglich infolge des Zusammentretens von gewöhnlicher und falscher Schieferung sich in solche Stengel spalten läßt, im übrigen aber nichts anderes ist als ein recht feiner Thonschiefer. Wieder verschieden davon zeigt sich der

γ) Zeichenschiefer, der durch größere Mengen von Kohle, die ihm beigemengt sind, ein weiches, mildes, feinerdiges Wesen angenommen hat, das ihn bei seiner fast schwarzen Farbe zum Zeichnen geeignet macht. Auch er hat in Thüringen einen Industriezweig hervorgerufen, der namentlich in Haselbach schwunghaft betrieben wird. Endlich nennen wir den

δ) Wetzschiefer, eine hellfarbige (gelblich, grünlich, weißlich), sehr kieselreiche Masse, so daß wir darin den Übergang zum echten Kieselschiefer haben. Er findet sich hauptsächlich in den Ardennen und wird dort vielfach zu Wetzsteinen verarbeitet und weithin in den Handel gebracht.

Die Bildung von (Thon-)Schiefergesteinen geht übrigens durch sämtliche Formationen hindurch; man denke z. B. nur an die jurasischen Posidonien- (Lias ε) und Solnhofer (Weiß Jura ζ) oder die vorhin genannten tertiären Glarner Schiefer rc.

Wir sind damit am Schluß unserer Arbeit angelangt und glauben die Hoffnung aussprechen zu können, daß jeder, der das Büchlein mit Nachdenken durchlesen und auch nur die Hälfte der darin aufgeführten Gesteine sich gemerkt, d. h. nicht bloß deren Namen im Gedächtnis behalten, sondern ihre ganze Entstehungs- und Bildungsweise sich zum geistigen Eigentum gemacht hat, auch wenn er von Haus aus völliger Laie ist, es zu einem genügenden Einblick sollte gebracht haben in die wichtigsten Gesteinsarten, aus welchen unsere Erdoberfläche sich zusammensetzt.

Register.

A.

B.

C.

D.

G.

L.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Erklärung der farbigen Tafeln.

Vorbemerkung.

Wie aus der Erklärung der folgenden Tafeln ersichtlich ist, stammt die Mehrzahl der abgebildeten Gesteinsstücke aus dem K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. Für Überlassung derselben und für manch weitere Beihilfe bei Ausarbeitung dieses Werks bin ich dem Vorstand des Kabinetts, Hrn. Professor Dr. Eberh. Fraas, zu besonderem Dank verpflichtet und fühle mich gedrungen, denselben, diesem meinem lieben Freunde, hiermit auch öffentlich auszudrücken.

Der Verfasser.

Tafel I.

Fig. 1. **Gneis**, aus dem badischen Schwarzwald; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 290.

Fig. 2. **Aktinolit**, d. h. strahlige Hornblende (Strahlstein) im Glimmerschiefer, von der Südseite des St. Gotthardt (oberhalb Airolo); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 298.

Tafel II.

Fig. 1. **Verrucano**, aus dem Erraticum Oberschwabens; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 333.

Fig. 2. **Phorphyr** (Granitporphyr), aus dem bad. Schwarzwald; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 258.

Tafel III.

Fig. 1. **Phonolit** mit aufsitzendem (gelbstrahligem) Natrolit vom Hohentwiel; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 277 ff.

Fig. 2. **Basalt** (Melilitbasalt) mit (in Klüften abgelagertem, weißen) Zeolit, vom Jusiberg bei Metzingen (Württemberg); Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 268 ff.

Tafel IV.

Fig. 1. **Serpentin**, von Zöblitz bei Teplitz (Böhmen); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 184.

Fig. 2. **Gabbro**, mit Diallag, erratisch von Oberschwaben; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 251.

Tafel V.

Fig. 1. **Glimmerschiefer**, aus den (östreichischen) Alpen; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 297.

Fig. 2. **Melaphyr-Mandelstein**, von Finkenhübel bei Glatz (Schlesien); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 264 ff.

Fig. 3. **Syenit**, vom Plauen'schen Grunde (Sachsen); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 248.

Tafel VI.

Fig. 1. **(Grobkörniger) Granit**, von Baveno am Lago Maggiore; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 245 ff.

Fig. 2. **Kalkbreccie**, mit Gletscherschliffen, aus einem erratischen Geschiebe der Schweiz (Kanton Waadt); Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 336.

Fig. 3. **(Feinkörniger) Granit**, von [illegible] (Wiener Waldviertel); das Stück zeigt, wie zwei Granitgänge

(von verschiedener Farbe) einander durchsetzt haben. Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 246.

Tafel VII.

Fig. 1. **Trachytfladen**, vom Heerhof (bei Bopfingen) im Ries; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 282 u. 284.

Fig. 2. **Granulit** (**Weißstein**), von Kuhschnappel bei Chemnitz (sächsisches Granulit- und Mittelgebirge); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. Das Stück zeigt zugleich sehr schöne (Gebirgs)-Falten. S. 295.

Tafel VIII.

Fig. 1. **Oolit (Eisenrogenstein)**, aus dem oberen Braunjura Württembergs (Bifurcatenoolit vom Stuifen, Braun-Jura ε), die einzelnen Körnchen zeigend; Original in der Sammlung des Pfarrers Dr. Engel in Eislingen. S. 166 u. 191.

Fig. 2. **Lava** (eine **Lavabombe**) aus dem längst erloschenen Krater der Papenkaul bei Gerolstein in der Eifel; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 285 u. 314.

Tafel IX.

Fig. 1. **Korallenkalk** (Coralrag) d. h. ein aus lauter Versteinerungen (Korallen, Muscheln, Seeigeln ꝛc.) zusammengesetztes Stück Weißjurakalks, als Beispiel eines „zoogenen" Gesteins; Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 30 u. 129.

Fig. 2. **Puddingstein** (Puddingstone) d. h. ein Kieselkonglomerat von Herfordshire in England. Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 164 u. 335.

Fig. 3. **Mangandendriten**, (gelbe und schwarze) auf Kluftflächen des Solnhofer Schiefers angeschossen (Oberster Weißjura von Solnhofen in Bayern); Original im K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. S. 128.

Taf. III.



Fig. 1.

Fig. 2.

1. **Phonolit** (mit Natrolit). — 2. **Basalt** (mit Zeolit).

Taf. IV.



Fig. 1.
Serpentin



Fig. 2.
Gabbro [illegible]

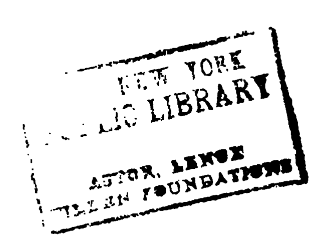




Fig. 1.
Serpentin



Fig. 2.
Gabbro (mit Diallag)



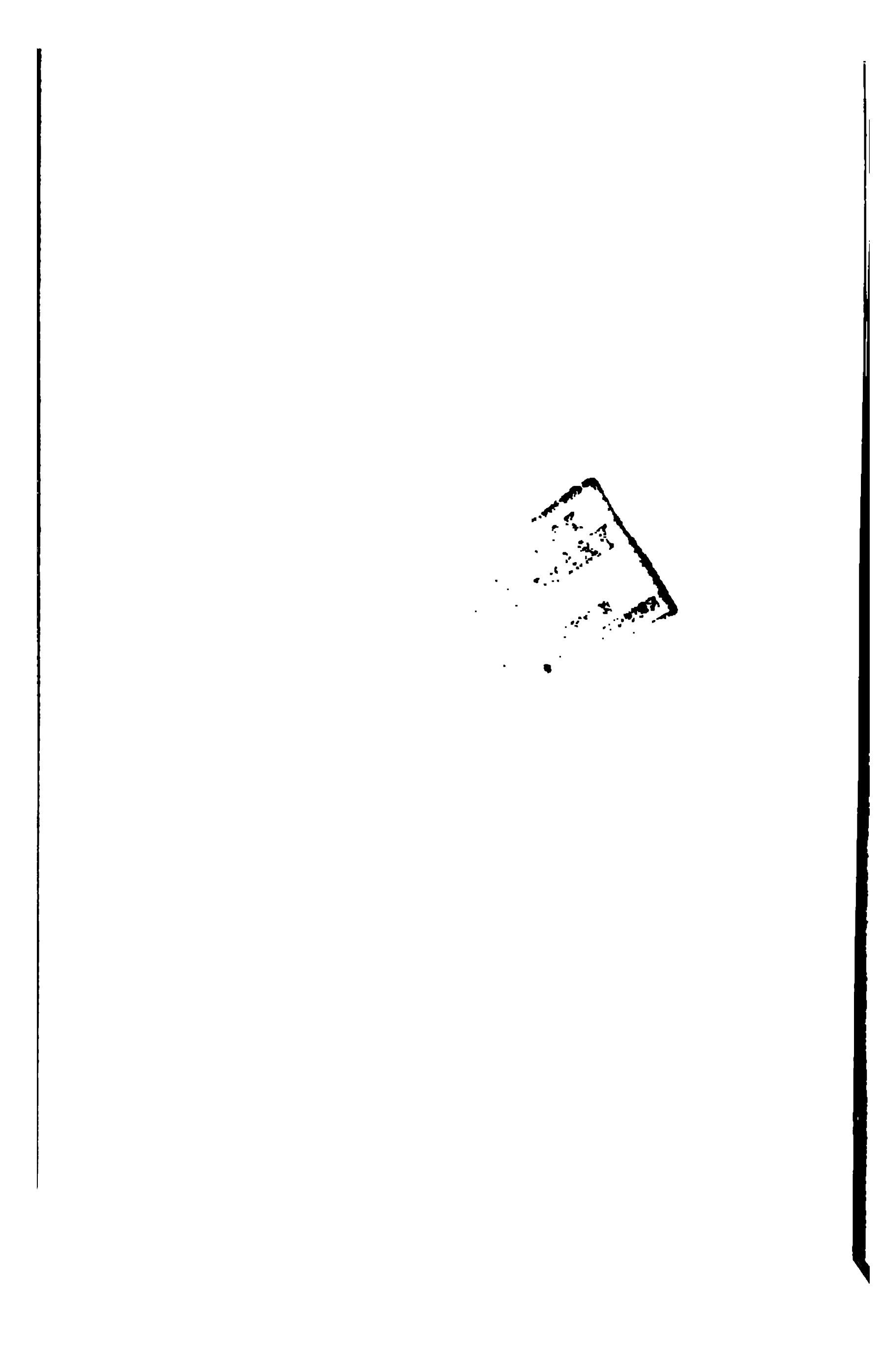


Taf. V.

Fig. 1.
Glimmerschiefer.

Fig. 2.
Mandelstein.

Fig. 3.
Syenit.



Taf. VI.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

1. Granit von Baveno. — 2. Kalkbreccie. — 3. Granit von Passau.





Fig. 1. Trachytfladen. — Fig. 2. Granulit (gefaltet).

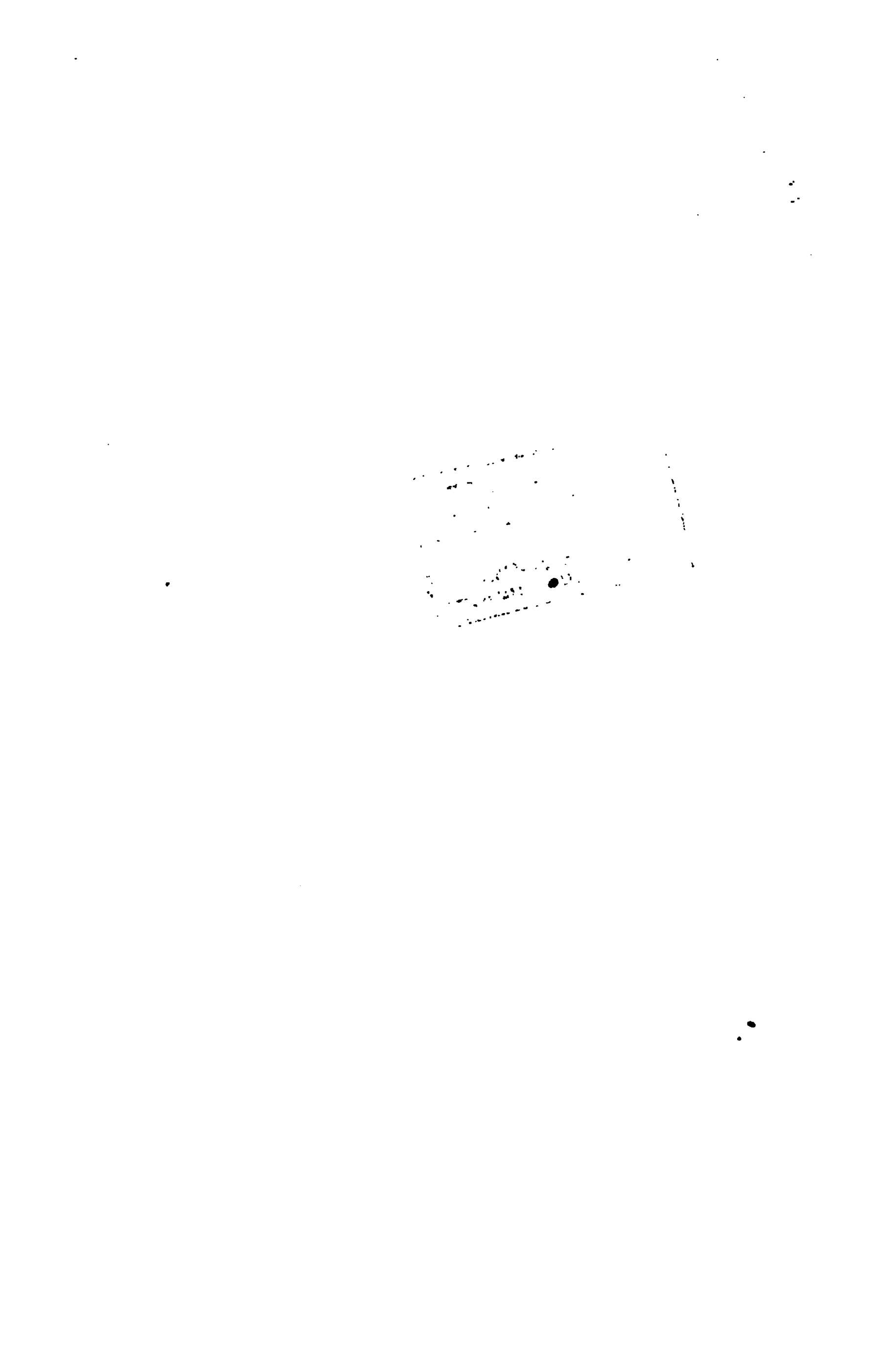




Fig. 1.
Oolit (Eisenrogenstein).



Fig. 2.
Lavabombe.



Taf. IX



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

1. Korallenkalk. — 2. Puddingstein. — 3. Solnhofer Schiefer mit Dendriten.



